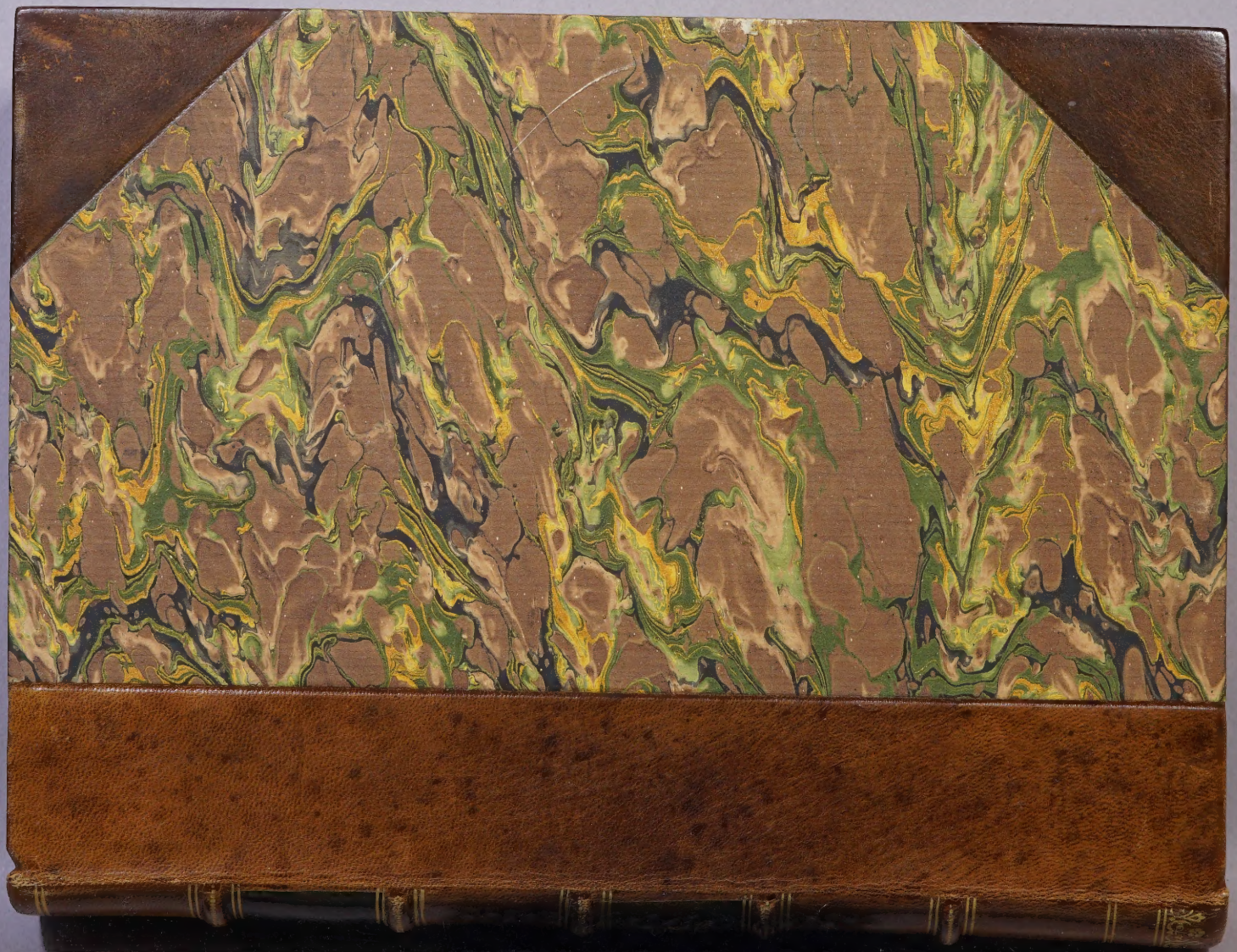


Acquired with the assistance of the

Sophia Augusta Brown

Fund

JOHN CARTER BROWN LIBRARY

ENSAYOS
POLITICOS, ECONOMICOS,
E
PHILOSOPHICOS,

POR BENJAMIN

CONDE DE RUMFORD

CAVALLEIRO DAS ORDENS DA AGUIA BRANCA, E DE SANTO ESTANISLAO, CAMARISTA, CONSELHEIRO DE ESTADO PARTICULAR, E TENENTE-GENERAL NO SERVIÇO DE S. A. S. ELEITORAL BAVARO-PALATINA, CORONEL DO SEU REGIMENTO DE ARTILHERIA, E COMMANDANTE EM CHEFE DO ESTADO MAIOR DOS SEUS EXERCITOS, MEMBRO DAS SOCIEDADES REAES DE LONDRES E DUBLIN, DA ACADEMIA REAL DAS SCIENCIAS DE BERLIN, DAS ELEITORAES DE MANHEIM E MUNICH, MEMBRO DA SOCIEDADE PHILOSOPHICA DA AMERICA, E DA SOCIEDADE DAS ARTES DE GENEBRA, E DA COMMISSAÕ DE AGRICULTURA DE LONDRES.

TRADUZIDO EM VULGAR

POR

HIPPOLYTO JOSÉ DA COSTA PEREIRA.

TOM. II.

QUINTA DAS LAGRIMAS
M. Osorio
COIMBRA

LISBOA,

NA REGIA OFFICINA TYPOGRAFICA.

M. DCCCII.

De Ordem Superior.

COIMBRA
BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA

ENSAYO VI.

SOBRE A CONDUÇAÕ DO FOGO, E ECONOMIA DO COMBUSTIVEL.

CAPITULO I.

O objecto deste Ensayo he curioso, e summamente interessante: todas as commodidades, e a maior parte dos prazeres da vida saõ devidos ao intermedio do fogo, e do calor. He immenso o desperdicio do combustivel. A economia combustivel he importantissima, tanto aos particulares como ao publico. Meios empregados para avaliar o desperdicio do combustivel. Estabelecimento da primeira cozinha na casa de industria de Munich; despeza do combustivel, que se empregava nesta cozinha, comparada com a dos particulares nas suas cozinhas. Plano de outras cozinhas construidas em Munich, segundo diversos principios, e debaixo da direcçaõ do Author. Introducçaõ a indagações mais scientificas sobre esta materia.

NENHUMA das materias, que fazem o objecto das occupações, e exames dos Sabios, he

mais cāpaz de excitar a admiraçaõ, ou de estimular a curiosidade do que *o fogo*; e certamente naõ ha cousa alguma, que preste aos homens utilidades mais geraes. Estamos familiarisados com os seus effeitos, desde a infancia, e he sem duvida por esta razaõ, que elles deixaõ de admirar-nos, e que naõ nos fazem impressões mais fortes as vantagens que delles tiramos. A elles deve o homem grande parte dos gostos, e prazeres, que o seu genio tem sabido grangear; e a superioridade do homem sobre os outros animaes se conhece tanto pelo imperio que tem sobre este elemento, como pelo uso da palavra.

Acostumado, ha muito tempo, a considerar a economia do calor, como hum objecto da maior importancia para a Sociedade, contrahi o habito de observar attentamente as cousas que podiaõ ter alguma relaçaõ com esta materia interessante; em consequencia desta attençaõ, descubri brevemente até que ponto esta sciencia tinha sido esquecida, e quantas descubertas interessantes se podiaõ fazer, nos differentes processos em que se emprega o calor para as necessidades da vida.

O excessivo desperdicio do combustivel, em todos os paizes do Universo, he assás evidente até aos olhos do observador mais superficial: o uso que se faz do fogo he taõ ex-

ten-

tenso, e a consumaçaõ do combustivel he hum objecto, dos de primeira necessidade, taõ dispendioso, que se naõ póde negar ser esta materia das de maior importancia.

A economia do combustivel tem huma propriedade singular; e vem a ser, que tudo quanto o particular poupa neste artigo, redunda ao mesmo tempo em utilidade do resto da Sociedade; porque o preço das mercadorias expostas á venda, abate tanto mais, quanto he menor a necessidade e o consumo, e como todos os objectos de industria, todas as artes, e manufacturas, sem exceptuar alguma, dependem directa, ou indirectamente de processar em que o fogo he necessario, he da maior importancia para hum paiz commerciante, e cheio de manufacturas, que o preço dos combustiveis seja o mais baixo possivel: ainda naquelles paizes onde naõ ha manufacturas, e aonde a agricultura he o unico meio de subsistencia dos habitantes, empregando-se a lenha para combustivel, deverá a economia deste combustivel produzir a lavoura, e cultura de muitas terras aliàs destinadas a bosques e matas; porque a proporçaõ entre a terra de lavoura, e a terra de mato depende, em grande parte, do consumo da lenha; e em consequencia deste augmento de terras de lavoura haverá hum augmento de populaçaõ,

de

de força, de riqueza, e de prosperidade nacional.

Porém faz este objecto ainda mais interessante o grande alivio, que resulta aos pobres habitantes de climas frios, ou de Cidades populosas, da consideravel diminuiçaõ no preço do combustivel, ou de toda a invençaõ, que tende a diminuir a consumaçaõ deste artigo, obtendo porém os mesmos fins. Quem naõ tem experimentado o rigor das estações, quem naõ tem visto os padecimentos que soffrem os pobres traspassados de frio, e mortos á fome nas suas miseraveis cabanas, naõ podem formar senaõ imperfeitas idéas da importancia do objecto, que espero tratar no decurso deste Ensayo.

Estas indagações naõ podem deixar de ser interessantes ás pessoas, que achaõ prazer em fazer bem ao Genero humano, espalhando conhecimentos uteis, e facilitando os meios de lhe procurar os prazeres e commodidades da vida.

Ainda que seja geralmente reconhecido que a consumaçaõ do combustivel he taõ extensa como inutil, em quasi todos os paizes do Universo; já por ignorancia, já por falta de economia, com tudo parece-me que ha poucas pessoas bem informadas da real extensaõ deste consumo.

Se-

Segundo o resultado das minhas indagações sobre este objecto, estou convencido, que naõ menos de *sete oitavos* do calor produzido pelo combustivel consumido; e que se poderia aproveitar com os arranjamentos convenientes, passaõ para a atmosphera, reduzidos a fumo, e se perdem absolutamente. Naõ fixei a minha opiniaõ nesta materia com superficialidade; pelo contrario he ella o effeito e resultado de observações escrupulosas, e experiencias reiteradas. Porém a materia he de tal importancia, que supponho naõ ser bastante enunciar meramente a minha opiniaõ, e julgo necessario fazer conhecer ao mesmo tempo as bases que serviraõ a estabelecella; para que cada hum possa julgar da certeza, ou probabilidade das minhas conclusões.

Naõ seria difficil provar, considerando unicamente a natureza do calor, o modo porque elle he produzido durante a combustaõ, e a maneira porque existe depois de ser produzido, que se perde grande quantidade de calor, segundo os processos usados para fazer ferver qualquer liquido; porque pondo sobre o fogo descuberto o vaso, em que se pertende fazer ferver o liquido, naõ somente se perde grande parte do calor radiante, porém ainda do mesmo que existe na chama, no fumo,

mo, e nos vapores aquecidos muito pouco penetra o vaso; o resto se escapa rapidamente pela chaminé para as altas regiões da atmosphera. Mas sem insistir nestes raciocinios posto que naõ tenhaõ réplica; tentarei estabelecer o facto, de que se trata, com fundamentos mais solidos, quaes saõ a experiencia.

O modo por que procedi nas minhas experiencias sobre esta materia foi o seguinte. Naõ sendo conhecida a quantidade de calor, que he capaz de produzir huma dada quantidade de combustivel, naõ ha medida fixa com que se possa comparar o resultado da experiencia para se poder calcular exactamente a proporçaõ de calor que se empregou utilmente, e a que se perdeo. Pelo que, em vez de acertar este ponto, me vi obrigado a recorrer a approximações: e em lugar de determinar a quantidade de calor, que se perdia em huma dada operaçaõ, procurei achar com que diminuiçaõ de combustivel se poderia fazer a mesma operaçaõ dispondo melhor o fogo, e os utencilios necessarios. Sendo encarregado por S. A. S. E. Bavaro-Palatina de formar muitos estabelecimentos publicos e entre outros a casa de industria para os pobres, e a Academia militar, de que já fallei no primeiro volume dos meus Ensayos; achei meios, ao mesmo tempo que me occupava nos arranjamentos in-

interiores destes estabelecimentos, de realisar as minhas idéas relativas á conducçaõ, e economia do fogo, e determinar por experiencias reiteradas, feitas em grande escala, a importancia das alterações, que tenho introduzido.

Ninguem duvidará, que se naõ tenhaõ feito muitas experiencias em ambos estes estabelecimentos, ha sete annos que existem, sabendo que a cozinha, ou, para melhor dizer, o fogaõ da cozinha da casa de industria tem sido demolido, e reedificado inteiramente de novo tres vezes; e o da Academia militar duas vezes neste mesmo espaço de tempo; e que a fórma das caldeiras, e a construcçaõ interior dos fogões, tem soffrido mudanças ainda mais frequentes.

A importancia das mudanças, introduzidas na conducçaõ do calor necessario para cozer os alimentos, e que foraõ a consequencia das minhas indagações, ficará demonstrada, comparando a quantidade do combustivel, que se consome nestas cozinhas, com a que se emprega para obter o mesmo resultado nas cozinhas construidas, segundo o methodo antigo. Estas mudanças provaraõ ao mesmo tempo manifesta, e cabalmente, que em todas as operações ordinarias, em que se emprega o intermedio do fogo, ha huma grande consumaçaõ inutil de combustivel.

O resultado das experiencias seguintes, que fiz com o maior cuidado, fará ver, que se perde grande quantidade de combustivel, fazendo ferver a agua, ou outro qualquer liquido sobre hum fogo descuberto, segundo o processo ordinario; e a economia que resulta das melhores disposições, e melhor arranjamento do fogo.

Primeira experiencia.

Fixou-se no seu fogaõ huma caldeira de cobre, pertencente á cozinha da Academia militar de Munich, a qual tinha 22 pollegadas, do Rheno, de diametro superior, $19\frac{1}{2}$ no inferior, e pezava 50 libras do pezo de Baviera (61 ib. *do haver do pezo*): deitou-se-lhe dentro 95 maas de agua, medida de Baviera, (28 gallons de Inglaterra) que pezavaõ 187 libras de Baviera (232 *haver do pezo*); e sendo esta agua elevada á temperatura de 58° Thermometro de Farenheit: accendeo-se o fogo debaixo da caldeira com lenha de faia secca, e se fez ferver a agua, e continuar a fervura por duas horas: o resultado do tempo empregado, e da lenha consumida foi

	Tempo empregado.		*Lenha consumid.*
Para fazer ferver a agua	1 h.	1 m.	11 lib.
Para continuar a fervura	2	0	$2\frac{1}{2}$
Total	3 h.	1 m.	$13\frac{1}{2}$ lib.

Segunda experiencia.

A mesma caldeira, contendo a mesma quantidade de agua, na mesma temperatura, foi levada para a cozinha do Baraõ de Schwachim, irmaõ do Commandante da Academia, e posta sobre huma trempe se lhe accendeo fogo com lenha da mesma qualidade, que a da experiencia antecedente; e o cozinheiro deste particular accendeo o fogo debaixo da caldeira, tendo ordem de economisar o combustivel o mais que fosse possivel; elevou-se ao depois a agua á ebuliçaõ, continuando neste estado por duas horas.

O resultado da experiencia foi o seguinte.

	Tempo empregado.	*Lenha consumid.*
Para fazer ferver a agua	1 h. 31 m.	45 lib.
Para a manter na fervura	2 o	$47\frac{1}{2}$
Total	3 h. 31 m.	$62\frac{1}{2}$

Como se tinha empregado a mesma caldeira em ambas as experiencias, e a quantidade de agua, e temperatura eraõ as mesmas no principio da experiencia, e como a fervura continuou pelo mesmo espaço de tempo, he evidente, que as quantidades de lenha consumida mostraõ a differença que existe entre

as duas maneiras de arranjar o fogo, e as vantagens da primeira. A differença do combustivel empregado he considerabilissima; pois he de 49 libras, poupadas em $62\frac{1}{2}$. O que demonstra evidentemente quanta lenha se consome inutilmente, seguindo o processo ordinario de cozinhar, e quanto se póde economisar arranjando convenientemente o fogo. Porém ainda que pareça considerabilissima esta economia, vistos os resultados das experiencias antecedentes; com tudo provarei ao depois, que he possivel haver maior economia no curso da experiencia N. 2, em que a caldeira se tinha posto sobre o fogo descuberto, teve-se o cuidado de arranjar a lenha da maneira mais vantajosa; porém em geral attende-se pouco a este ponto, e a consumação do combustivel se faz ainda maior pela negligencia dos criados. Mas nos fogões fechados e construidos conforme aos bons principios; como o lugar destinado para a lenha, he marcado, e cercado de paredes por todas as partes a ignorancia ou a falta de cuidado, daquelles que devem entreter o fogo, naõ póde jámais occasionar grande perca de combustivel, e esta naõ he huma das menores vantagens, que têm esta especie de fogaõ.

Ter-

Terceira experiencia.

A caçarolla, de que se fez uso nesta experiencia, era de cobre, tinha 11 pollegadas de diametro superior, e $10\frac{1}{4}$ de diametro inferior, e $3\frac{1}{4}$ de profundidade; continha 4 maas de agua do pezo de 7 libras e $\frac{15}{16}$, na temperatura de 58° (Thermometro de Farenheit) foi posta no fogaõ proprio, que lhe tinha sido destinado, e se lhe accendeo o fogo continuado a entretello com pequenas achas de lenha de faia, de 4 pollegadas de comprimento, fez-se ferver a agua, e continuar a fervura por duas horas.

O resultado da experiencia foi o seguinte.

	Tempo empregado.	*Lenha consumid.*
Para fazer ferver a agua	0 h. 12 m.	1 lib.
Para continuar a fervura	2 0	$0\frac{3}{4}$
Total	2 h. 12 m.	$1\frac{3}{4}$

Quarta experiencia.

A mesma caçarolla, com igual quantidade de agua na mesma temperatura que na experiencia antecedente, foi tirada do seu nicho, ou fogaõ proprio, e posta sobre huma trempe; fez-se o fogo com lenha de faia secca,

que

que se metteo por baixo da trempe: o resultado da experiencia foi o seguinte.

	Tempo empregado.	*Lenha consumid.*
Para fazer ferver a agua	0 h. 28 m.	$11\frac{1}{2}$
Para continuar a fervura	2 h. 0 m.	
Total	2 h. 28 m.	$11\frac{1}{2}$

A differença do resultado destas duas experiencias he quasi a mesma, que a das experiencias precedentes, e ella tende a provar igualmente, que para fazer cozer os alimentos, ou para fazer ferver a agua a fogo descuberto, he preciso cinco vezes mais calor, do que quando o calor está limitado a hum fogaõ fechado, e que se sabe dirigir-lhe convenientemente a acçaõ.

Mas he preciso repetir o que já observei relativamente ás duas experiencias antecedentes; e he que as experiencias N. 2 e N. 4 foraõ feitas com o maior cuidado, e por isso o seu resultado, comparado com o que se obteve nos mesmos vasos em fogões fechados, naõ póde dar nenhuma idéa justa da perca real de calor, e da de combustivel, que tem lugar no curso das operações ordinarias, quando se faz a cozinha.

Segundo os differentes calculos, que fiz a este respeito com o maior cuidado possivel, fun-

fundados sobre a quantidade de combustivel consumido na cozinha de varios particulares, comparado com a quantidade das differentes especies de alimentos preparados para a meza; parece que adoptando a construcçaõ das cozinhas, cujo modélo descrevi, quando tratei do methodo de dirigir o calor, se poderiaõ poupar *nove decimos* da lenha consumida nas cozinhas ordinarias, onde o fogo he feito a descuberto.

Porém naõ he sómente nas cozinhas em que se trabalha a fogo descuberto que se podem adoptar mudanças vantajosas: as cozinhas, e estufas fechadas, e, em geral, todas as invenções deste genero, que até aqui se tem descuberto, saõ, segundo as minhas idéas, susceptiveis de ser bastante melhoradas.

As differentes mudanças e alterações, que se podem fazer no arranjamento mechanico do combustivel appareceraõ sensivelmente pelos resultados dos concertos, praticados de tempos em tempos na cozinha da casa de industria de Munich, e na da Academia militar, e pelos effeitos que produziraõ estes melhoramentos progressivos.

A casa de industria he hum estabelecimento de caridade publica, e o numero das pessoas, sustentadas pela cozinha deste hospicio chega, diariamente, a mil, ou mil e qui-

quinhentas pessoas; pelo que a economia do combustivel em huma cozinha taõ vasta me pareceo hum objecto digno da mais séria attençaõ; e o tratarei com tanto mais prazer, quanto elle tem relações immediatas com o fim das minhas indagações philosophicas.

Havia muito tempo, que me tinha occupado com indagações sobre o calor, e sobre as leis da natureza que o regulaõ, e tinha sido assás feliz no curso das minhas experiencias, para fazer algumas descubertas, que se acháraõ dignas de ser inseridas nas Transacções Philosophicas da Sociedade Real de Londres. A minha ultima Memoria sobre este objecto publicada no volume de 1792 me obteve o premio annual que a Sociedade distribue. Espero naõ ser accusado de jactancia por mencionar este facto: o motivo porque o faço, he para provar que esta materia me naõ era estranha, quando emprehendi fazer as disposições economicas, que passo a referir, mas, pelo contrario, que estava preparado, e de algum modo qualificado para tratar hum objecto taõ importante.

Parece-me que huma das obrigações principaes daquelles que se propõe fazer adoptar descubertas uteis ao genero humano, he naõ sómente merecer a confiança das pessoas a quem as suas proposições tem de ser apresenta-

tadas, mas de naõ se esquecer de cousa alguma que possa tender a obtella. Supponho que mostra mais orgulho e presumpçaõ o author, que dá por dito, que o Mundo deve conhecer o seu merecimento, e os titulos que tem para tratar a materia de que se occupa, do que hum que indica modestamente as bases, sobre que o publico póde estabelecer a sua confiança.

Voltemos á materia. No primeiro estabelecimento da cozinha na casa de industria de Munich, em 1790 se puzeraõ oito caldeiras de cobre (cada huma das quaes poderia conter perto de 38 gallons, medida de Inglaterra) dispostas em duas ordens sobre hum fogaõ solidamente construido no meio da cozinha, de tres pés de alto, nove de largo, e dezoito de comprido; de maneira que hum só fogo, acezo em huma das extremidades do fogaõ, fazia ferver a agua em todas estas caldeiras por meio de diversos conductores, ou tubos de calor que atravessavaõ a parede. Ainda que nenhuma das caldeiras estivesse em contacto com o lar, e que até algumas dellas estivessem distantes quinze pés, com tudo aqueciaõ-se muito facilmente, e em curto espaço de tempo, com o calor que passava pelos tubos de ferro coado, que alli se tinhaõ posto.

QUINTA DAS LAGRIMAS
COIMBRA

Cada caldeira tinha o seu tubo particular munido de huma valvula por meiò da qual se podia aquecer separada, ou juntamente com as outras: e abrindo mais ou menos as valvulas de hum tubo, se podia, segundo as circunstancias, fazer passar mais ou menos calor por baixo das caldeiras. Havendo necessidade de mais calor para alguma dellas, ou estando o fogo muito forte, se abria huma valvula, que communicava a hum grande conductor; e por este meio todo o calor, ou sómente parte, conforme se queria, podia passar-se á chaminé sem se approximar ás caldeiras.

A combustaõ era regulada por hum registo estabelecido na porta do cinzeiro, que dava passagem ao ar introduzido no fogaõ: e quando se naõ tinha necessidade de mais calor se extinguia o fogo fechando este registo, e ao mesmo tempo todas as valvulas dos tubos de calor que communicavaõ com o lar.

O lar era de figura oval de tres pés de comprimento, dous pés, e tres pollegadas de largo, e dezoito pollegadas de alto, munido com duas abobadas, e com huma distancia de quatro pollegadas entre ambas, para dar passagem ao ar. O combustivel se introduzia no lar por huma abertura munida com huma porta de ferro dobrada, que estava constan-

te-

temente fechada, e o combustivel se queimava sobre huma grelha de ferro: o ar que alimentava o fogo, vinha pelo cinzeiro para debaixo da grelha.

Para impedir que o calor se naõ dissipasse desde o lar até as caldeiras se tinhaõ feito os tubos de communicaçaõ forrados, ou hum tubo dentro de outro. O tubo interior e que conduzia o calor tinha pela parte de dentro cinco pollegadas de largura, e seis de altura, estava posto, ou, para assim dizer, desamparado, dentro em outro tubo mais largo, de maneira, que o tubo por onde passava o calor, e que era construido de tijolos muito delgados, ou de telhas, estava cercado por todos os lados com huma parede de duas pollegadas de grossura, que naõ désse passagem ao ar.

O tubo, que servia de capa ao outro, era feito com a mesma parede do fogaõ; pelo que esta disposiçaõ dos tubos dobrados ficava absolutamente occulta. Os tubos dobrados, e a segunda abobada sobre o lar naõ tinha outro fim, que o de conter mais efficazmente o calor, e impedir que se perdesse inutilmente na massa da parede.

Tendo achado no curso das minhas experiencias, que o ar recluso he o melhor obstaculo, que se póde oppor ao calor para o

concentrar (1) determinei aproveitar-me desta descuberta nos meus arranjamentos economicos, e as tentativas que fiz naõ deixáraõ de ser bem succedidas.

Naõ sómente o mesmo lar, e os tubos de communicaçaõ eraõ cercados pelo ar recluso, mas tambem se aproveitou este meio para conter nas caldeiras o calor, e impedir que naõ fugisse para a atmosphera: obteve-se isto fazendo tampas dobradas para as caldeiras. Estas coberturas ou tampas (vejaõ-se as fig. 1, e 2, Est. 1.) eraõ de folha de ferro estanhado e da figura de hum cóne concavo. A altura do cóne era igual ao terço do diametro da base; e o ar que continha estava inteiramente recluso: o fundo do cóne era fechado por huma folha de ferro estanhada de figura circular. Este fundo ajustava exactamente com a parte superior da caldeira, que elle fechava perfeitamente por meio de huma borda, ou beiço interior de duas pollegadas de largo, que entrava na caldeira. A borda ou beiço estava soldada na chapa circular, que formava a base do cóne, ou fundo da cobertura. O vapor, produzido pela ebuliçaõ dos liquidos contidos na caldeira, passava por hum tubo de meia pol-

(1) Vejaõ-se as Transacções Philosophicas, anno 1792 Parte Primeira.

pollegada de diametro, que atravessando-a o cóne da cubertura estava fixamente soldado em ambas as extremidades, de modo que o ar contido no cóne concavo estava inteiramente recluso, e separado de toda a communicaçaõ com o ar exterior, e com o vapor que sahe da caldeira.

Tentei, em algumas das coberturas, encher a parte concava do cóne com estopas; porém achei que este meio naõ continha melhor o calor, do que sendo o cóne cheio sómente de ar.

Para convencer as pessoas de fóra a quem a curiosidade levava a esta cozinha, da grande vantagem que havia em fazer uso das coberturas dobradas, para conter o calor nas caldeiras, em vez de se servir de coberturas simples, punha-se huma destas coberturas sobre a caldeira; e como exteriormente tinhaõ a mesma figura que as outras, era impossivel distinguillas; porém como naõ tinhaõ o fundo e consequentemente naõ continhaõ o ar recluso, entre o vapor, que sahia da caldeira, e a superficie exterior da cobertura, posto sobre huma caldeira de agua fervendo, esta tampa ficava logo assás quente para queimar quem pertendia tocalla com a maõ: entretanto que a cobertura dobrada, feita com a mesma materia, e posta na mesma situaçaõ, estava a-

pe-

penas assás quente, para que se naõ pudesse ter sobre ella a maõ sem o menor inconveniente.

Como he facil de conceber que a tampa, assás quente para queimar a maõ instantaneamente, naõ póde deixar de communicar muito calor á atmosphera que a cérca, ficava por esta experiencia cabalmente demonstrada a utilidade das coberturas dobradas; e tenho tido a satisfaçaõ de ver, que o seu uso tem successivamente sido adoptado.

Talvez naõ seria necessario, que informasse ao leitor que huma das minhas principaes intenções, no estabelecimento desta cozinha, em cujo arranjamento empreguei tanto cuidado, foi generalisar o uso das descubertas uteis, relativas á conducçaõ do calor, e economia do combustivel.

Pensei, com razaõ, que naõ poderia deixar de excitar a curiosidade do povo, e de chamar grande concurso de estrangeiros hum estabelecimento taõ interessante em todo o sentido, e taõ importante pelas suas consequencias, como era esta casa de industria; formalisada, segundo hum plano vasto, e liberal, onde se achavaõ reunidas debaixo do mesmo tecto quasi todas as fabricas, e profissões; onde os pobres indigentes de todas as idades, e de ambos os sexos achavaõ asylo, e

occupaçaõ conveniente aos seus talentos, e ás suas forças, onde se excitava a industria, naõ por castigos, mas pelo tratamento o mais doce, e pelas recompensas as mais generosas. Achei por tanto, que devia aproveitar esta occasiaõ favoravel para fixar a attençaõ do publico sobre todos os melhoramentos uteis; e tomei as minhas medidas em consequencia disto. Naõ sómente a cozinha, mas a padaria, as estufas destinadas a aquecer as salas, todos os utensilios, e todas as maquinas de que se serviraõ nas differentes manufacturas, todas as invenções, e todos os arranjamentos economicos, tendentes a facilitar as operações de huma industria util, eraõ outros tantos modélos, que eu desejava fossem imitados.

Porém nas disposições, que tinhaõ por objecto a economia do combustivel, além dos motivos de utilidade publica, tinha em hum poderoso vinculo, que me conduzia a prestar a este objecto toda a attençaõ; e era o desejo de adquirir conhecimentos mais perfeitos sobre a natureza do calor, e das leis que dirigem os seus effeitos. Este motivo me levou a accrescentar varios accessorios aos apparelhos, que inventei, ainda que muitas vezes considerasse estas addições como demasiado complicadas para serem de uso geral.

Por

Por exemplo: em lugar de consentir que os vapores elevados do liquido fervente fugissem para a atmosphera, eu os conduzia por tubos a huma casa posta immediatamente por baixo da cozinha; e dahi por hum conductor em fórma espiral, que atravessava hum grande tonel cheio de agua fria, onde este vapor ficava condensado, para que pudesse communicar o seu calor á agua contida no tonel. Esta agua assim aquecida, sem alguma nova despeza de combustivel, servia no dia seguinte para encher as caldeiras. Para que esta agua se naõ esfriasse durante a noite, o tonel, que a continha, estava mettido em outro ainda maior, e o espaço entre os dous toneis estava cheio de lãa. Finalmente para impedir que o vapor se esfriasse, passando da caldeira para o tonel, se embrulhavaõ os tubos de estanho com pelles de carneiro, revestidas com a sua lãa, o que defendia os tubos do contacto do ar atmospherico.

Por meio desta invençaõ se demorava no seu curso o calor, que de outra fórma se dissiparia na atmosphera debaixo da fórma de vapores, e seria inteiramente perdido, quando assim volta para a caldeira donde sahio, e serve no dia seguinte.

Tambem metti o fumo a contribuiçaõ por meio

meio de outro invento. Depois de o ter feito passar por baixo das caldeiras, no momento em que elle se devia occupar pela chaminé, o apanhava, e fazia passar por baixo de huma grande bacia cheia de agua fria, e aqui era despojado da maior parte do calor que trazia, e como eu tinha assentado ser de grande vantagem seccar perfeitamente a lenha, e até aquecella antes de a queimar, o fumo de duas das caldeiras passava por baixo de huma pequena chapa de ferro, que formava o fundo de hum forno, onde a lenha, necessaria para o gasto da cozinha no dia seguinte, se seccava por 24 horas, depois de a ter préviamente rachado, e feito em pedaços pequenos.

Em huma cozinha adjacente, e menor do que esta, de que acabo de fallar, e que se achava constantemente aberta ao publico, e destinada, bem como a outra para servir de modélo, se achavaõ cinco caldeiras de differentes grandezas, *fixas em hum só macisso de pedra e cal semicircular*, e aquecidas por hum só fogo, o fumo que sahia deste fogo, depois de ter passado por baixo das cinco caldeiras, aquecia, conforme se queria, ou hum forno, ou a agua contida em hum tonel de madeira posta sobre o fogaõ; hum tubo de cobre estanhado exteriormente atravessa-

va o tonel, e deixava passar o fumo, e este tubo estava pegado ao fundo do tonel por meio de huma rodéla de cobre por meio da qual passava o tubo. Esta rodéla fechava huma abertura circular, feita no fundo do tonel hum pouco mais larga que o tubo.

A rodéla, de que acabo de fallar, estava ligada ao fundo do tonel, e a junta por onde se uniaõ calafetada ou betumada de maneira que naõ deixasse passar a agua, o que se obtém mettendo huma folha de papelaõ entre o metal e a madeira. O tubo que tinha 6 pollegadas de diametro, depois de ter passado pela rodéla circular, e logo que entrava no tonel, se ramificava em tres tubos de menor grandeza, cada hum de 4 pollegadas de diametro, que atravessavaõ paralellamente todo o comprimento do tonel sahindo para cima por tres buracos feitos na parte superior do tonel, e se terminavaõ em hum tubo, que se dirigia á chaminé.

O tubo, que conduz o fumo para o tonel, estava dividido em muitos ramos; para augmentar a superficie por onde o calor do fumo se communicava á agua, contida no tonel. A agua descia do vaso por meio de hum tubo de chumbo, que communicava com hum reservatorio posto na parte superior da casa, e o mechanismo estava arranjado de maneira, que

que quando se tirava agua deste tonel, era esta imediatamente substituida por outra que vinha do reservatorio; mas logo que o tonel estava cheio ao seu nivel, a agua fria do tonel deixava de correr.

Nada podia excitar mais a admiraçaõ, e curiosidade das pessoas que vinhaõ examinar esta cozinha, que ver tirar agua fervendo de hum tonel de madeira, onde a agua se tinha aquecido sem que passasse pela acçaõ immediata do fogo. Descrevi esta invençaõ com alguma meudeza; porque me parece ministrar alguma utilidade. Naõ se póde imaginar cousa alguma mais propria para communicar o calor aos fluidos com menos perca; e como a madeira he de sua natureza hum naõ conductor do calor, e além disso se póde facilmente cercar pelo ar recluso, por meio de forros, ou quaesquer corpos, que possaõ conter o calor; poder-se-hia quasi sempre acautelar o desperdicio do fogo, que poderia haver pelas paredes de hum vaso de madeira.

Porque se naõ poderiaõ fazer de madeira as caldeiras, usadas nas salinas, nas fabricas de cerveja, ou destinadas a usos semelhantes, em que he necessario aquecer huma grande quantidade de agua; atravessando estes vasos de madeira por tubos horisontaes de ferro ou de cobre, que communicassem com o

fogaõ, para dar livre circulaçaõ ao fumo? Porém naõ he ainda occasiaõ de me occupar desta materia; voltemos á construcçaõ das cozinhas.

Pareceo necessario conservar por cinco horas o fogo para fazer a sopa, que se dava aos pobres na casa de industria; porque a sopa deverá ferver mais de tres horas para chegar ao seu estado de perfeiçaõ.

O combustivel usado nesta cozinha, era de faia secca: a corda (klafter) he huma pilha de 5 pés 8 pollegadas $\frac{9}{10}$ de altura, e 3 pés huma pollegada $\frac{1}{3}$ de largura: o pezo médio era de 2200 libras, medida de Baviera, 2724 libras haver do pezo; e o seu preço ordinario 5 florins e $\frac{1}{4}$ (1831 reis e $\frac{57}{100}$).

O consumo diario da lenha, quando se fazia sopa para 1000 pessoas, era de 300 lib. de Baviera, ou perto de hum setimo de corda, que custa 43 kreutzers (249 reis e $\frac{81}{100}$); o que faz de despeza de combustivel empregado diariamente na preparaçaõ dos alimentos de cada pessoa $\frac{1}{27}$ de kreutzer ($\frac{1}{1131}$ de real).

Para avaliar a despeza diaria do combustivel, que se poderia empregar para preparar a mesma especie de sopa nas cozinhas dos particulares, se supporá, que estas mil pessoas sustentadas na casa de industria estavaõ divididas em familias de 5 pessoas cada huma:

o que faria precisamente 200 familias; e a quantidade de lenha consumida na cozinha publica para alimentar 1000 pessoas, sendo dividida por 200 familias dá libra e meia de lenha para o consumo diario de cada familia ($\frac{300}{200} = 1 + \frac{1}{2}$): e segundo esta proporçaõ, huma corda de lenha com o pezo de 2200 lib. seria sufficiente a huma familia para fazer a cozinha por 1466 dias, ou 4 annos e 6 dias.

Mas, segundo as mais exatas experiencias, sobre a consumaçaõ real do combustivel que faz huma familia na preparaçaõ dos alimentos, que lhe saõ necessarios, sendo estes cozidos pelo methodo ordinario a fogo descuberto; achei que para preparar 5 libras de sopa de ervilhas, era preciso consumir, ao menos, 15 libras de lenha de faia secca, da de melhor qualidade; consequentemente huma corda desta lenha, em lugar de ser bastante para a cocçaõ dos alimentos de huma familia de 5 pessoas, por 4 annos, apenas chegaria para 5 mezes.

Donde parece que a consumaçaõ do combustivel na cozinha dos particulares, está para aquella que se fazia no primeiro estabelecimento da cozinha da casa de industria de Munich, para preparar a mesma especie de alimentos (sopa de ervilhas) na mesma relaçaõ de 10 para 1. Porém he necessario observar,

var, que esta differença de consumaçaõ de combustivel naõ he occasionada totalmente pela differença que existe entre os dous modos de dispor o fogo; porque além do effeito produzido pela construcçaõ do fogaõ, e pelo mecanismo dos utensilios seguindo o mesmo processo no arranjamento do fogo, tanto maior for a quantidade dos alimentos, que se prepara, ou tanto maior for a caldeira (isto he dentro de certos limites) menos lenha será necessaria: por tanto preparando alimentos em grande quantidade se poupará muito combustivel: porém ao diante tratarei desta materia mais circunstanciadamente.

A construcçaõ da cozinha da casa de industria ficou acabada em 1790; e quasi pelo mesmo tempo fiz estabelecer duas cozinhas publicas em Munich com grandes proporçoes; a saber esta, e a da Academia militar no Jardim inglez, onde jantavaõ mais de 200 Officiaes durante os acampamentos, que ahi se ajuntavaõ todos os annos.

Há tambem no Jardim inglez, que tem 6 milhas de circumferencia, huma estalagem, huma granja, e huma grande leiteria; e estes differentes estabelecimentos me deraõ occasiaõ a construir outras quatro cozinhas; a saber, duas para a estalagem, huma para a granja, e outra destinada para a leiteria; os di-

diversos usos a que estas cozinhas eraõ destinadas, e o modo porque os trabalhos eraõ nellas conduzidos offereciaõ tantas variedades, que naõ sómente comprehendiaõ todos os processos usados para cozinhar, porém ministravaõ igualmente a occasiaõ de fazer as mesmas opersções em proporções differentissimas; e por consequencia prestavaõ os meios de fazer experiencias interessantissimas relativamente á conduçaõ do calor, e á economia do combustivel.

Aquelles que conhecem o ardor, que as indagações philosophicas inspiraõ aos verdadeiros amantes das sciencias, acreditaraõ facilmente, que naõ perdi nenhuma destas occasiões para profundar todas as circunstancias de hum objecto, que me atrahia á tanto tempo, e cuja desenvoluçaõ faria huma das minhas favoritas de minhas occupações.

Como as experiencias que fiz, ou mandei fazer, nestes differentes estabelecimentos, durante o espaço de seis ou sete annos saõ numerosissimas, seria demasiado fastidioso referillas todas; contentar-me-hei por tanto em approximar os resultados, e fallar das que me parecéraõ mais importantes. A respeito da construcçaõ particular das cozinhas, como a maior parte dellas soffréraõ suas alterações, e que nenhuma dellas existe no seu estado primitivo,

vo, suppuz naõ dever demorar-me muitò sobre esta materia; farei mençaõ unicamente dos principios, conforme aos quaes foraõ construidas, ou dos defeitos que lhes descubri; porém quando fallar das cozinhas já concertadas, que, tendo sido experimentadas, podem recommendar-se para modélo, farei a sua descripçaõ com toda a exactidaõ entrando em todas as circunstancias particulares.

Supponho que naõ será difficil formar idéas precisas da construcçaõ da cozinha da casa de industria, pelo que acabo de dizer, ainda mesmo sem ter o plano. A da Academia militar foi construida por outros principios: em vez de aquecer todas as caldeiras em hum só fogaõ, cada caldeira tinha o seu fogaõ particular; e posto que todas as caldeiras tivessem coberturas dobradas, semelhantes ás que serviaõ na casa de industria, entretanto naõ se tomou precauçaõ alguma para aproveitar o calor, que se escapa com o fumo, mas antes se deixou passar para a atmosphera sem algum obstaculo; porque pelas experiencias feitas na casa de industria se achou, que quando o calor naõ tem senaõ o gráo necessario para elevar o liquido ao estado de ebulliçaõ, ou fazello ferver levemente, a quantidade de vapores produzida pelo calor he inconsideravel, e naõ vale o trabalho de o aproveitar,

Ca-

Est. 1.

Est. 2.

Fig 1

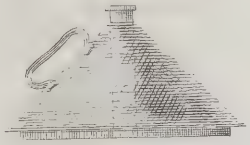


Fig 2

Fig 3

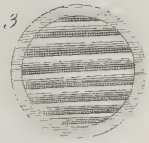


Fig 4

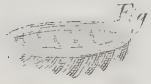


Fig 5

Fig 6

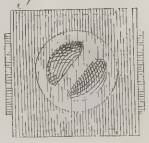


Fig 7

Fig 8

Fig. 9.

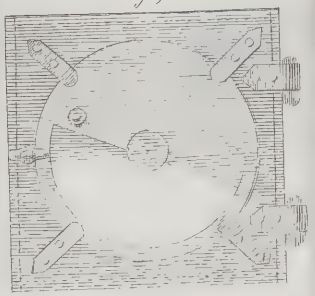


Fig 10.

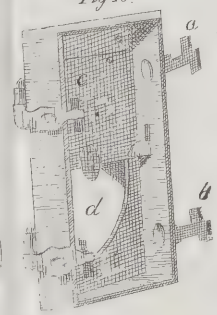


Fig 11.

Fig 12.

Fig 13.

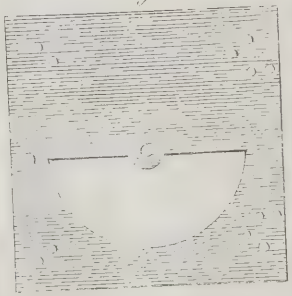


Fig 14.

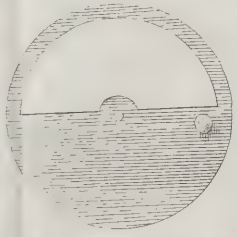


Fig 15.

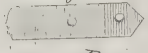
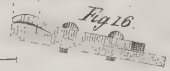


Fig 16.



Escala de Pollegadas

RPJCB

Cada fogaõ na Academia militar tinha huma grelha de ferro sobre que se queimava a lenha, e a boca do fogaõ, bem como a abertura que communica ao cinzeiro, se fechavaõ com portas de ferro.

Tendo ao depois achado que a porta de ferro, que fechava a passagem por onde se introduzia a lenha no fogaõ, se aquecia facilmente, e por consequencia occasionava huma perca consideravel de calor, communicando-o á atmosphera com quem está em contacto; para remediar este inconveniente sem fazer a despeza das portas dobradas se tirou a porta de ferro, e se metteo em seu lugar hum cylindro concavo, ou hum cóne truncado de barro cozido, ou de louça commum: este cóne tinha 4 pollegadas de comprido, 6 pollegadas de diametro interior, e 8 de diametro exterior, na sua base maior; 5 pollegadas e meia de diametro interior, e 7 pollegadas e meia de diametro exterior na extremidade menor: o cóne, estando fixo com o seu eixo em huma posiçaõ horisontal, e a sua grande base voltada exteriormente no meio da abertura que conduz ao fogaõ, e estando solidamente unido á parede, com argamassa de cal e area, vinha a sua cavidade a formar a abertura por onde se introduzia a lenha no fogaõ. Esta cavidade estava fechada

por huma buxa, ou tampa de barro cozido; porque a louça he hum naõ conductor do calor; quero dizer, que o calor a naõ póde penetrar senaõ com muita difficuldade, e muito lentamente: assim este cóne e a sua buxa se aqueciaõ muito pouco, e por consequencia communicavaõ pouquissimo calor á atmosphera. Esta invençaõ se simplificou ainda mais substituindo ao cóne concavo hum tijolo de 10 pollegadas em quadrado, e de 2 pollegadas e meia de grossura, com hum buraco cónico no centro, de 6 pollegadas de diametro exterior, e de 5 pollegadas e tres quartos de diametro interior, munido com a conveniente buxa de barro cozido. Veja-se a Est. I. fig. 6. 7. e 8.

Hum tijolo quadrado furado no centro he preferivel a hum cylindro oco, para fechar a abertura do fogaõ, naõ sómente por ser mais barato, mais fórte, e de mais duraçaõ, mas porque a sua figura facilita mais o poder accommodallo mais facilmente no seu lugar, e ligallo com o resto da alvenaria.

Se os oleiros tivessem moldes convenientes para fazer estes tijolos furados, e as suas buxas, poder-se-hiaõ vender muito baratos. O oleiro de S. A. E. os fabrica em Munich com o melhor barro, e o tijolo com a sua buxa naõ custaõ mais de 24 kreutzers (139 reis $c^{\frac{49}{176}}$).

Tive

Tive muitas destas portas feitas de greda, que o canteiro me fez pagar a hum florim e 30 kreutzers (523 reis e $\frac{12}{100}$): ainda que a pedra fosse muito propria para este fim, com tudo achei, que naõ era preferivel ao tijolo; como o tijolo he mais barato, e dura tanto tempo como a pedra, merece certamente a preferencia. Para que a buxa feche exactamente a abertura do tijolo (o que he absolutamente necessario, como veremos ao depois) se poderá esta cobrir com a area humedecida.

Conheci, desde o principio das minhas experiencias, que era importante assenhorear-me do ar, admittindo no fogaõ para alimentar o fogo, quer para regular a maior, ou menor quantidade, que se devia deixar entrar, quer para excluir o que tivesse entrado de mais: por consequencia tive o cuidado em todos os fogões que fiz construir, de fechar exactamente a passagem do cinzeiro por huma porta, que se ajustasse perfeitamente com a sua figura, e onde ha huma pequena abertura semicircular com hum registo no meio da porta. Esta invençaõ (que naõ he susceptivel de alguma mudança vantajosa) he indispensavelmente necessaria a todos os fogões quaesquer (veja-se a Est. II. fig. desde 9. até 16.)

Como tive occasiaõ no curso das minhas

disposições economicas de fazer uso de grande numero de caldeiras ; e muitas vezes de caldeiras e marmitas que tinhaõ as mesmas dimensões, aproveitei esta circunstancia para determinar, por meio da experiencia, qual era a melhor fórma, que se podia dar ás caldeiras, ou a fórma que, com certa capacidade, fosse mais conveniente para poupar o combustivel.

Duas ou mais caldeiras da mesma capacidade, porém de differentes figuras, feitas de chapa de cobre com a mesma grossura foraõ postas em fogões fechados construidos, segundo os mesmos principios, o mais que foi possivel; empregaraõ-se no mesmo uso, e se acertou a quantidade de combustivel consumida em cada huma das caldeiras : póde-se determinar isto precisamente, e comparar as vantagens que tinhaõ as differentes formas. Algumas destas caldeiras eraõ estreitas e profundas, outras muito largas, e pouco profundas ; o fundo de algumas era chato, o de outras era espherico, e de outras recolhido, como fundo de garrafa. O resultado das minhas experiencias foi curiosissimo, e me conduzio a descubertas muito interessantes : ellas me ensinaraõ naõ sómente qual era a melhor forma que se devia dar ás caldeiras, e marmitas, mas tambem, o que principalmente interessa, por

que

que huma fórma he preferivel á outra: estas experiencias me derão novas luzes sôbre a maneira porque a chama, e vapor aquecido se separaõ do seu calor, e me suggerirão a idéa de certa disposiçaõ vantajosa na construcçaõ dos fogões, que ao depois pratiquei com muito bom successo.

Para explicar esta materia clara, e satisfactoriamente, fazendo-a mais intelligivel ás pessoas que naõ estaõ habituadas a fazer indagações desta natureza, he necessario retroceder hum pouco, e tratar esta materia regularmente, e o mais profundo que for possivel.

Ainda que a minha primeira intençaõ naõ fosse escrever hum tratado elementar sôbre o calor, entretanto como os principios fundamentaes desta sciencia devem ser conhecidos para se estabelecerem sobre bases solidas, as regras e instrucções práticas, relativas á conducta do calor, que tenho de recommendar ao depois; espero que naõ parecerá deslocado, ou superfluo, desenvolver com maior amplidaõ esta materia, nem tratalla methodicamente com alguma extensaõ.

Talvez me tenha eu já exposto á critica, por ter procedido com pouco methodo, demorando a desenvoluçaõ dos principios elementares de huma sciencia que emprendi tratar.

Po-

Poderia suppor-se, que a parte do objecto, que passo a examinar, deveria preceder toda a outra discussaõ, e em lugar de occupar o meio deste Ensayo, deveria achar-se na Introducçaõ, ou no principio do primeiro Capitulo. Mas se pequei no arranjamento das materias, naõ foi por falta de attençaõ, mas sim por hum erro desculpavel. O meu fim era fazer hum livro util, e naõ hum tratado, què me adquirisse reputaçaõ brilhante; e naõ hesitei em sacrificar á utilidade publica á elegancia do estylo, e ordem das materias. E como estou bem convencido, que o meu livro para ser realmente util, deve ser lido por aquelles que naõ tem, nem tempo, nem paciencia de examinar hum tratado elementar sobre materias taõ abstractas, procurei attrahir o leitor á posiçaõ em que o desejava para poder examinar o objecto com hum golpe de vista geral, sem que o obrigasse a isso antecipadamente. Se empreguei nisto algum artificio, devo ser perdoado, o meu fim he louvavel, e deve consiliar-me o seu reconhecimento, e a sua estima: procurei mettello o mais adiante que pude, sem que percebesse as difficuldades do caminho. Actualmente, que temos chegado hum e outro, quasi ao termo da nossa viagem, espero que me naõ abandonará. Por tanto continuo o meu Ensayo.

CAPITULO II.

Da geraçaõ do calor por effeito do combustivel. Sem saber precisamente o que he o calor, se podem examinar as leis, que dirigem a sua acçaõ. He provavel que o calor produzido pela combustaõ de materias inflamaveis seja fornecido pelo ar, e naõ pelo combustivel. Explicaçaõ do effeito que o assopro produz sobre o fogo. Dos fogões em que o fogo se assopra a si mesmo. Das fornalhas que atrahem o ar. Sua utilidade demonstrada pelos lampiões construidos, segundo os principios de Argand. *Grande importancia que ha em poder regular a quantidade de ar que entra em hum fogaõ fechado. Utilidade dos registos ou valvulas nas chaminés de fogaõ fechado. Regras geraes para a construcçaõ dos fogões fechados com a explicaçaõ dos principios sobre que estas regras saõ fundadas.*

SEm entrar em indagações abstractas e difficeis sobre a natureza do fogo, como fizeraõ os phisicos antigos e modernos, que adoptáraõ sempre a este respeito opiniões muito differentes: sem emprender determinar se exis-

iste ou naõ hum fluido igneo; ou se o que nós chamamos calor he occasionado pela accumulaçaõ, ou augmento da acçaõ deste fluido; ou se o calor provém unicamente do augmento de movimento nas partes do corpo aquecido, ou de algum fluido elastico, que se supponha cercar estas particulas, sobre que se concebe que elle obra, ou de que se póde crer que ellas experimentaõ alguma reacçaõ; em huma palavra, sem me submergir, com o leitor, em hum labirinto de trévas e incertezas, limitarei as minhas indagações a objectos mais uteis; e mais ao capto dos conhecimentos humanos; e vem a ser, a descuberta das propriedades sensiveis do calor; do modo mais vantajoso de o produzir, e de o dirigir com efficacia e certeza, nos differentes processos usados na economia domestica.

Posto que naõ emprenda determinar o que seja o calor, nem ainda expor a minha opiniaõ, e conjecturas a este respeito; entretanto como o calor póde ser excitado ou produzido, augmentado ou accumulado, medido ou transferido de hum corpo para outro; fallarei delle tratando esta materia como se fosse *produzido*, *recluso*, *dirigido*, *dividido*; pois que o uso destes termos he absolutamente necessario para me fazer entender.

Ainda que se naõ saiba precisamente a quan-

quantidade de calor, que póde produzir a combustaõ de huma dada quantidade de materias inflamaveis (1), com tudo he mais que pro-

(1) Os trabalhos de MM. Lavosier, e de la Place, fizeraõ neste ponto algumas descubertas que nos aproximaõ muito aos verdadeiros resultados; por que determináraõ, por meio de hum engenhoso aparato, as quantidades de calor produzido pela combustaõ de algumas substancias; que foraõ tres dentre os combustiveis simplices o phosphoro, o carbono, e o hydrogeno; e dous dos combustiveis compostos mais em uso, a cera, e o azeite de azeitona. Empregáraõ para isto o aparato de neve, ou calorimetro, medindo com elle as quantidades de calor pelas quantidades relativas da neve derretida, quantidades estas que se podem exprimir em gráos do thermometro, lembrando-se que saõ precisos 6° de calor, no thermometro de Reaumur, a cada libra de neve, para fazer huma libra de agua a zero. Eis-aqui os resultados.

	Combustiveis.	Neve derretida.	Calor produzido a 60° por libra de neve.
simples.	Phosphoro . .	100	6000
simples.	Carbono . . .	96½	5790
simples.	Gaz hydrogeno	295½	17730
compost.	Cera	133	7980
compost.	Azeite	149	8940

vavel, que a quantidade de calor depende em grande parte do arranjamento do fogo: e até he provavel (talvez poderia dizer certo) que o calor produzido naõ vem unicamente do combustivel, mas em grande parte, senaõ em todo, do ar que alimenta e sustenta o fogo. He bem sabido, que o ar he necessario á combustaõ: sabe-se mais, que a parte mais pura do ar atmospherico ordinario (a qual chega a $\frac{1}{5}$ do todo o seu volume) he sómente quem póde sustentar a combustaõ dos corpos inflamaveis, e soffre notavel mudança, ou, para melhor dizer, se decompõe realmente no decurso da combustaõ; e como se naõ ignora que nesta decomposiçaõ de ar puro, ha huma grande quantidade de calor que se escapa, que fica livre, muitos phisicos tem supposto (e com alguma apparencia de probabilidade) que todo, ou ao menos grande parte do calor, produzido pela combustaõ, provinha desta decomposiçaõ de huma parte do ar atmospherico, que se acha em contacto com o combustivel em huma temperatura elevadissima.

Porém, quer seja o combustivel, quer seja o ar quem fornece o calor, parece certo, que a quantidade de calor produzida pela combustaõ depende muito do arranjamento do fogo, e que a quantidade he tanto maior, quanto

to a combustaõ, ou a decomposiçaõ do combustivel he mais completa. Segundo as apparencias he provavel, que a decomposiçaõ do ar seja proporcional á decomposiçaõ do combustivel.

He conhecido que a consumaçaõ do combustivel se acelera muito, e que a intensidade do calor se augmenta, quando se promove a affluencia do ar, que excita a combustaõ, dirigindo-o ao fogaõ continuadamente, e com certo gráo de velocidade. Por esta razaõ assoprando o fogo, e dirigindo bem a corrente de ar, de maneira que naõ seja demasiado forte, se póde acelerar a combustaõ e augmentar o calor; mas se a corrente de ar for mal dirigida, desarranjará em lugar de acelerar a combustaõ; e se for demasiado forte, extinguirá totalmente o fogo. Naõ ha fogo algum, por mais ardente que seja, que se naõ possa extinguir por hum assopro violento; por que entaõ o ar produz o mesmo effeito que huma torrente de agua fria; a mesma polvora, huma das substancias mais susceptiveis de inflamaçaõ, póde ser mais inflamada na superficie, e entretanto extinguir-se a inflamaçaõ por hum assopro repentino, antes que haja tempo de se effeituar a conflagraçaõ total.

Tenho a prova deste facto, por mais in-

crivel e extraordinaria que pareça, e a consegui por experiencias exactissimas, e frequentemente reiteradas.

Podem-se construir os fogões de maneira que o fogo se assopre por si mesmo; ou por outras palavras, que haja huma corrente de ar, affluindo sempre para o fogo; esta circunstancia deveria ser muito attendida; quando se construem as chaminés, onde se não pertende usar da corrente de ar artificial formada pelos foles. Os fogões construidos, segundo estes principios, foraõ denominados *fogões que attrahem o ar*; mas todo o fogaõ particularmente se for fechado, e todas as fornalhas deveriaõ ser *de attrahir o ar*, ainda que naõ fossem destinadas senaõ a aquecer huma pequena estufa; de outro modo naõ podem ser perfeitas.

Hum lampiaõ de Argand he huma verdadeira fornalha ventilada, porque o tubo de vidro, que cerca a mecha (que distingue este lampiaõ de todos os outros) naõ tem outro fim senaõ o de o produzir huma corrente de ar; a fórma circular da mecha naõ he essencial, porque applicando hum tubo chato em fórma de fole a hum lampiaõ de mecha chata, ou de fita, elle póde fornecer outra tanta luz como o lampiaõ de Argand; ou ao menos outra tanta, proporcionalmente á grande-

za

za da mecha, e da quantidade do azeite consumido, como tenho experimentado.

Porém a corrente de ar, introduzida nestes lampiões, naõ desenvolve sómente a luz com maior abundancia, mas faz exercer igualmente a intensidade do calor; e como o calor de qualquer fogo póde ser augmentado por huma invençaõ semelhante, he por isso, que me vali do exemplo destes lampiões para explicar melhor a materia que trato. Neste aparelho naõ he permittido, ao ar frio, algum accesso lateral, por onde possa approximar-se ao combustivel; necessariamente se ha de introduzir por baixo, para vir substituir o ar aquecido, que se eleva rapidamente no tubo, em consequencia da sua grande leveza especifica; esta subida do ar quente, produz outra igualmente rapida no ar frio, que vem a substituir o outro, e decompor-se tambem logo que toca o combustivel.

Mas para que o fogaõ seja perfeito, deve ser construido de maneira, que a combustaõ das materias inflamaveis, e a geraçaõ do calor possaõ ser aceleradas, ou retardadas, sem augmentar ou diminuir a quantidade do combustivel; quando o fogaõ he fechado facilita mais o obter-se este fim por meio de hum registo, que fecha a entrada do cinzeiro; porque como a rapidez da combustaõ depende da

quan-

quantidade de ar que alimenta o fogo, abrindo mais ou menos o registo, se introduzirá mais ou menos ar no fogaõ, e por consequencia se consumirá mais ou menos combustivel; ou haverá mais ou menos calor produzido em hum dado tempo; ainda que a quantidade de combustivel no fogaõ seja effectivamente maior do que seria em outras circunstancias. A fig. 9. mostra a fórma do registo de que me sirvo ordinariamente para este fim.

Para que este registo possa produzir o seu effeito, se deve pôr hum contra registo na chaminé ou fumeiro: abre-se este contra registo mais ou menos á proporçaõ da quantidade de ar, que se deixa introduzir pela parte inferior do fogaõ. O contra registo he utilissimo ainda por outra razaõ, porque serve para apagar o fogo, quando he necessario; porque fechando ao mesmo tempo o registo e contra registo, o fogo se extinguirá immediatamente, e o combustivel meio queimado, em lugar de se esperdiçar, póde servir outra vez.

Pódem-se obter os mesmos effeitos, que produz o contra registo, fazendo passar o fumo, logo que sahe do fogaõ, e antes que chegue ao fumeiro alguns pés abaixo do nivel da grelha, onde se consome o combustivel.

Ha outra importante circunstancia a que he preciso attender na construcçaõ dos lares

ou

ou fogões das chaminés, que he o arranjamento do combustivel; porque para effeituar a boa consumaçaõ, he necessario naõ só que o combustivel esteja no seu lugar, mas que esteja bem arranjado, quero dizer, que as suas partes solidas tenhaõ huma justa proporçaõ, e que naõ estejaõ nem demasiado aproximadas humas ás outras, de maneira que impeçaõ a livre passagem do ar, nem que estejaõ demasiado separadas. Se o fogaõ puder ser construido de maneira que as partes solidas do combustivel possaõ cahir naturalmente, e sem ajuda exterior para o fundo do fogaõ, seria de grande vantajem, como já tenho experimentado muitas vezes. Esta precauçaõ he muito necessaria, principalmente nos fogões pequenos, e póde-se conseguir pondo o combustivel sobre huma grelha, de figura concava, ou semelhante a hum prato (veja-se a Est. I. fig. 3 e 4) todas as grelhas de que uso, menos que naõ seja em fogões de enorme grandeza, tem esta fórma; e se o combustivel empregado he lenha, he cortado em pequenos cavacos ou estilhas de quatro até seis pollegadas de comprimento. Em lugar das grelhas de ferro adoptei ultimamente o uso de huma especie de prato ou terrina concava de barro cozido; e furada com hum grande numero de buracos para dar passagem ao ar.

Es-

Estes vasos de barro que saõ fortissimos, e grossos, saõ mais baratos que as grelhas de ferro, e, pela experiencia que dellas tenho, penso serem mais convenientes, que as grelhas de metal, e naõ me parece difficil assignar-lhe a causa.

Usei muitas vezes em fogões largos, de tijolos postos em lugar de barras de ferro, e fiquei satisfeito desta invençaõ.

Como sómente contribue para a geraçaõ do calor, a parte de ar que entra no fogaõ de huma maneira conveniente, e na quantidade requerida, e que se decompõe pelo contacto do combustivel ardente; he evidente, que todo o ar, que entra no fogaõ, e torna a sahir sem ser decomposto, rouba alguma porçaõ de calor; porque naõ sómente deixa de contribuir para a sua producçaõ, mas aquecendo-se á custa do fogo, e passando neste estado para o fumeiro, occasiona huma perca real de calor; que algumas vezes he muito consideravel; e por isso naõ será jámais demasiada a attençaõ, que se prestar a este ponto na construcçaõ das chaminés.

Quando o fogaõ está cercado de paredes por todos os lados, e quando está fechada a abertura por onde se introduz o combustivel, o ar naõ póde exercitar alguma pressaõ lateral sobre o fogo; entretanto se a grelha he

maior

maior que o montaõ de combustivel inflamado, o que muitas vezes succede, poder-se-há insinuar grande quantidade de ar no fogaõ, por todos os lados da grelha, sem que passe pelo fogo; porém se em lugar da grade de ferro se usar de hum vaso concavo de barro cozido, tendo cuidado em que o fundo deste vaso seja espesso, por exemplo, de 3 até 4 pollegadas, e que todos os buracos se dirijaõ ao centro, ou foco do fogo; a entrada furtiva do ar frio, de que fallei, ficará inteiramente obstruida por esta cautéla.

Póde-se tambem prevenir o demasiado accesso do ar livre, ainda no caso de se empregar a grelha de ferro, dando ao canal que está por baixo da grelha a fórma de hum cóne truncado, concavo, e reverso, cujo diametro superior seja igual ao diametro interior da margem circular da grelha; e o inferior, por onde o ar corre ao fogaõ, que tenha o terço do mesmo diametro (veja-se a Est. I. fig. 5.) Esta abertura inferior, por onde o ar entra no fogaõ, deve ficar debaixo do centro da grelha, e o mais proximo que lhe for possivel. Mas he necessario ter o cuidado de deixar hum certo espaço entre o cóne, e a parte inferior das barras de ferro, que formaõ o concavo das grelhas, para que as cinzas possaõ facilmente passar ao cinzeiro.

A fórma e dimensões, que se deve dar ao cinzeiro, saõ absolutamente indifferentes, com tanto que seja assás largo para dar livre passagem ao ar, necessario para alimentar o fogo, e que seja fechado com huma boa porta munida de hum registo, por que he principalmente essencial o poder regular, conforme se deseja, a corrente de ar, que deve chegar ao combustivel.

He inutil observar aqui, que servindo-se dos vasos de barro cozido em lugar das grelhas de ferro, devem os buracos do vaso ser mais pequenos em cima do que em baixo, para evitar que naõ sejaõ obstruidos pelos pequenos pedaços de carvaõ, e cinzas, que cahem no cinzeiro.

Huma das grandes vantagens dos fogões construidos da maneira que proponho, he que servem igualmente para toda a especie de combustivel. Póde-se queimar lenha, carvaõ de terra, carvaõ de lenha, leiva, cepede, tudo com a mesma vantajem, e facilidade. Póde-se tambem servir neste fogaõ de duas, ou mais especies de combustiveis sem o menor inconveniente: e acendendo-se fogo em lenha secca, ou outra substancia inflamavel, póde-se entreter o calor com combustiveis menos dispendiosos, e que ardaõ mais lentamente. Talvez se achará que alguns combus-

ti-

tiveis convem mais para *fazer ferver* huma caldeira, ou marmita, e outros para *entreter* a fervura. Da attençaõ a estas differentes circunstancias podem resultar grandes economias. Estando o fogaõ disposto de maneira que possa servir para toda a especie de combustivel, já isto se póde fazer sem difficuldade nem embaraço.

Disse já, que diminuindo esta parte do fogaõ que se acha por baixo da grelha, se introduz o ar ao fogo de modo mais vantajoso; mas esta construcçaõ tem outra vantajem ainda mais importante; o calor, impellido para baixo pelas aberturas da grelha, em vez de se escapar para o cinzeiro, onde se perderia, bate contra as paredes do cóne truncado concavo, demora-se, e se eleva depois ao fogaõ com a corrente de ar, que alimenta o fogo: ahi he immediatamente reflectido pela superficie cónica, e depois de reverberar de huma parede para a outra, se eleva immediatamente para o fundo da caldeira.

Mas para se formar huma idéa clara, e distincta desta materia, he necessario examinar cuidadosamente todas as circunstancias que acompanhaõ a geraçaõ do calor, na combustaõ dos corpos inflamaveis, e ver de que modo, ou debaixo de que fórma se manifes-

tá o calor produzido, e como se póde ajuntar, acumular, prender, e dirigir.

Isto nos abre hum vasto campo para indagações philosophicas; porém como estas indagações saõ, naõ sómente curiosas e divertidas, mas saõ extremamente uteis e importantes, espero que o leitor quererá prestar huma attençaõ particular a esta interessante parte, que he ao mesmo tempo a mais difficil, e a mais abstracta da materia, que empreendi tratar.

O calor produzido pela combustaõ das materias inflamaveis, se manifesta por duas maneiras; ou pelos vapores aquecidos, que se elevaõ do fogo, com os quaes se póde dizer que vai combinado; ou pelos raios de calor, que emanaõ do fogo, e seguem todas as direcções; poder-se-hia dizer, que estes raios saõ calorificos, ou proprios para produzir o calor nos corpos, que saõ realmente quentes; porque passando elles livremente por qualquer meio, por exemplo, huma massa de ar, naõ se acha que communiquem a este meio calor algum; nem parece que elles existaõ algum consideravel gráo de calor nos corpos, cujas superficies os refletem, e neste ponto tem muita analogia com os raios do sol.

Naõ se conhece exactamente qual he a pro-

por-

porçaõ entre este calor radiante (se me he licito usar desta expressaõ pouco exacta) e o que emana dos corpos inflamados, debaixo da fórma de vapores, ou fumo. Entretanto he certo, que a quantidade de calor evolatilisada com os fluidos elasticos aquecidos, emanados do fogo visivel, ou invisivelmente he muito maior que a de todos os raios calorificos reunidos. Porém ainda que a quantidade de calor radiante seja menor do que a parte existente nos vapores aquecidos, a que eu chamarei calor combinado, para distinguir da outra especie; com tudo he muito consideravel para que se deixe perder.

He sem duvida consideravel a quantidade de calor produzida, ou excitada pelos raios calorificos, que emanaõ dos corpos inflamados; e a prova disto he o calor que elles communicaõ a huma casa aquecida com o fogo da chaminé; porque como todo o calor, combinado com o fumo e vapores aquecidos, se evapora pelo fumeiro, he certo que o augmento de calor, em huma casa aquecida, he inteiramente devido aos raios calorificos, que emanaõ do combustivel inflamado.

A actividade destes raios póde ser demonstrada por differentes modos; porém fica sensivelmente comprovada pela experiencia seguinte, que aliás he muito simples. Estando

o

o fogo perfeitamente acezo no fogaõ, se estenda o braço em linha recta dirigido ao centro do fogaõ, tendo a maõ aberta, e os dedos todos estendidos; se a maõ ficar 5 ou 6 pés distante do fogo apenas se sentirá o calor, menos que o fogo seja ardentissimo: porém se, ficando o braço na mesma situaçaõ, se voltar o punho de maneira, que se apresente ao fogo o chato da maõ perpendicular ou oppostamente, naõ sómente ficará sensivel a vivacidade do calor mas, no caso de ser fogo bem claro e constante, se achará esta posiçaõ intoleravel.

Todos em qualquer temperatura que estejaõ, por exemplo, o mercurio em estado de congelaçaõ, e o ferro em estado de fuzaõ, emittem estes raios em mais ou menos quantidade, com maior ou menor velocidade? Os corpos saõ esfriados em consequencia da emissaõ destes raios? Estes raios caloríficos produzem sempre o calor, ainda no caso de que os corpos que se oppõe á sua passagem, ou que os absorvem, estejaõ mais quentes do que o corpo donde estes raios emanaõ? Porém agora me lembro, que prometti naõ entrar em dissertações abstratas; por tanto volto ao meu assumpto.

Qualquer que seja a natureza dos raios, que emanaõ do combustivel inflamado, como hu-

huma das suas propriedades conhecidas, he produzir o calor, deve-se prestar a esta circunstancia a maior attençaõ em todos os arranjamentos onde a economia do calor, e do combustivel he o pbjecto principal, que se tem em vista.

Os raios calorificos produzem o calor nos corpos que lhe demoraõ a passagem, ou que os absorvem, e naõ no meio através de que passaõ, pelo que he necessario que os corpos destinados a interrompellos, estejaõ dispostos de maneira, que possaõ, e devaõ communicar o calor, que adquiriraõ ao corpo onde se quer o effeito produzido.

Os fogões fechados, cujo uso tenho recommendado, e de que farei adiante a descripçaõ exacta, preenchem excellentemente estes fins. O fogo, cercado por todos os lados nestes fogões, excepto na parte em que o fundo da caldeira se apresenta ao fogo, naõ tem lugar para deixar escapar alguns destes raios; e como os materiaes, que servem para a construcçaõ do fogaõ (tijolos e cal amaçada com aréa) saõ máos conductores do calor produzida pela combustaõ de substancias inflamaveis, que póde ser absorvida e transmittida para a parte interior da parede, e que fique em consequencia disso perdida. Mas he taõ importante a maneira de encerrar o calor,

que

que merece ser tratada particularmente em Capitulo separado.

CAPITULO III.

Dos meios de conter o calor, e dirigir as suas operações. Dos conductores, e naõ conductores do calor. O ar atmosphérico ordinario he hum bom naõ conductor do calor, e póde ser vantajosamente empregado para o encerrar. A natureza o destinou para este fim em muitas circunstancias. Elle he a causa principal do calor dos vestidos naturaes, e artificiaes. He a unica causa do calor, que se obtèm por meio das vidraças dobradas. Grande utilidade das vidraças dobradas, e caixilhos dobrados; elles saõ igualmente uteis nos paizes quentes, e nos paizes frios. Todos os fluidos elasticos saõ naõ conductores do calor. A experiencia prova, que o vapor he hum naõ conductor do calor. A chama he tambem naõ conductor do calor.

HE certissimo, e muito bem conhecido, que o calor atravessa huns corpos com maior facilidade que outros; porém a causa desta diffe-

ferença nas potencias conductoras dos corpos, relativamente ao calor naõ foi ainda descuberta.

Conhece-se muito bem a utilidade, que ha em adaptar hum cabo de madeira ás chocolateiras, ou cafeteiras, e em cubrir o cabo, ou aza de metal com madeira, ou couro; mas esta differença das potencias conductoras do calor nos differentes corpos, póde ser demonstrada, com mais exacçaõ por grande numero de experiencis simplicissimas, que todas as pessoas as poderáõ fazer, em todos os tempos, e em todos os lugares, sem trabalho nem despeza.

Applicando-se á chama de huma véla hum prégo, e pedacito de madeira ponteaguda, da mesma fórma que o prégo, e das mesmas dimensões, seraõ tambem manifestas as potencias conductoras do metal, e da madeira, que naõ deixáraõ alguma duvida nesta materia. Assim que a extremidade do prégo exposta á chama principiar a aquecer-se, a outra extremidade ficará tambem quente ao ponto de se naõ poder tocar com a maõ sem se queimar; quando pelo contrario, o páo estará por muito tempo na mesma situaçaõ, sem o menor inconveniente; e até quando estiver ordenado se poderá ter na maõ o mesmo páo, até que se consuma de todo; porque a parte

naõ inflamada se naõ aquecerá; de maneira; que ainda no caso de estar a chama já proxima á maõ, naõ haverá perigo de se queimarem os dedos. Se hum tubo, ou hum pedaço qualquer de vidro, se expozer do mesmo modo á chama de huma véla, a extremidade do vidro em contacto com a maõ, se aquecerá mais que a madeira; porém muito menos que hum alfinete, ou hum prégo; e entre os diversos corpos, que se podem submetter a esta experiencia, se naõ acharáõ dous, que dem passagem ao calor, através da sua substancia, com igual facilidade (1).

Prender ou encerrar o calor, naõ he outra cousa mais, do que impedir que elle se escape do corpo aquecido, em que existe, e onde se deseja retello. Isto se naõ póde obter, se naõ cercando o corpo aquecido com al-

(1) O Doutor Ingenhouse inventou huma linda experiencia para demonstrar as potencias conductoras dos diversos metaes. Tomou dous cylindros iguaes de differentes metaes; a saber, dous pedaços de fio de metal passados pela mesma fieira, e do mesmo comprimento, e os cubrio com hum envoltorio de cera mergulhando-os em cera derretida: depois metteo a extremidade de cada hum destes cylindros em agua fervente, e observou até onde o envoltorio da cera se derretia pelo effeito do calor communicado ao metal, e com que celeridade o calor chegava a esse ponto.

alguma capa, ou envoltorio, composto de substancias, que o calor naõ possa atravessar, ou que o possa fazer com muita difficuldade. Se fosse possivel achar hum envoltorio que pudesse reter perfeitamente o calor, he de suppor, que o corpo aquecido, cuberto com este envoltorio, conservaria sempre o seu calor; mas naõ se conhece substancia alguma desta natureza, nem he provavel, que exista corpo algum com semelhante propriedade.

Os corpos por que o calor passa livre, e rapidamente saõ chamados *conductores de calor*, e aquelles que naõ póde o calor atravessar senaõ com muita difficuldade, ou lentamente, se chamaõ *naõ conductores do calor.* O epitheto de bom, máo, excellente, etc., se applica indifferentemente aos *conductores*, e aos *naõ conductores.* Hum *bom conductor*, por exemplo, he aquelle por onde o calor passa muito livremente; hum *bom naõ conductor* he aquelle através de que elle passa, porém com muita difficuldade, e hum *conductor mediocre* póde ser chamado, sem equivoco, hum *naõ conductor mediocre.*

Os corpos, que saõ os peiores conductores do calor, saõ os que melhor convem para formar o envoltorio com que se pertende encerrar o calor.

Todos os metaes saõ belissimos conductores do calor: a madeira, e em geral, todos os corpos leves, seccos, e esponjosos, saõ naõ conductores. O mercurio, a agua, e todos os liquidos quaesquer saõ conductores; porém o ar, e em geral, todos os fluidos elasticos, sem exceptuar o vapor, saõ conductores.

Algumas experiencias, que á pouco fiz, e que ainda se naõ publicáraõ, me induzem a crer que a agua, o mercurio, e todos os outros fluidos naõ conductores, naõ deixaõ passar o calor por partes, como acontece indubitavelmente nos corpos solidos; mas as suas potencias conductoras apparentes dependem essencialmente da extrema mobilidade de suas partes; em huma palavra, transportaõ o calor, em vez de lhe dar passagem. Mas naõ quero occuparme anticipadamente de materias, que devo ao depois tratar mais amplamente.

A potencia conductora de qualquer corpo solido, em massa, he maior do que a potencia conductora do mesmo corpo reduzido a pó, ou dividido em muitas, e pequenas partes. Huma barra, ou chapa de ferro, saõ melhores conductores do calor, do que os fios do mesmo ferro; e a serradura do páo he melhor naõ conductor, que o mesmo páo; as cin-

cinzas de madeira saõ melhores naõ conductores que nenhuma das substancias que acabo de indicar: e o carvaõ de terra bem secco reduzido a pó fino he hum dos melhores naõ conductores, que se conhecem, e como o carvaõ de terra he perfeitamente incombustivel, estando incerrado em hum lugar onde o ar livre naõ tenha accesso, póde muito bem ser empregado para formar huma barreira conveniente, que encerre o calor, quando este, devendo ser encerrado, he demasiado vivo.

Porém entre as substancias, de que se podem formar envoltorios para encerrar o calor, naõ ha alguma que se possa empregar com melhor successo do que o ar atmospherico ordinario. He o que a natureza emprega para este fim, e nós naõ podemos obrar melhor, que imitando-a.

O calor de laã, e da pele de animaes he sem duvida devido ao ar que passa pelos seus intersticios; o ar he retido pela grande attracçaõ destas substancia, e fórma huma barreira, que naõ sómente impede que o ar frio se approxime do corpo do animal, mas oppõem hum obstaculo insuperavel ao calor, que poderia emanar do corpo para a atmosphera.

A neve impede igualmente, que o calor se evapore da terra, no tempo de inverno. O calor dos vestidos artificiaes depende da mesma

ma causa; e se esta circunstancia fosse geralmente conhecida, e se attendesse mais a ella, resultaria dahi o terem-se feito muitas descubertas vantajosas para a economia do calor. Empregamos grande parte da nossa vida em evitar os inconvenientes do frio, e do calor excessivos; e em operações para que o uso do fogo he indispensavel; e entretanto, qual naõ tem sido o vagar, e lento progresso das descubertas na mais util e mais importante de todas as artes, a economia do calor?

Ha muito tempo que no norte da Europa, se faz uso das vidraças dobradas, e geralmente se reconhece a sua utilidade, em todas as casas, onde ellas conservaõ o calor, e impedem os ventos coados: porém já mais ouvi dizer, que se empregassem para conservar a frescura nas casas, durante o veraõ. Entretanto naõ ha nada taõ facil, como adoptar a invençaõ para este uso: se huma vidraça dobrada póde impedir que o calor saia de huma casa, naõ he necessario grande esforço de genio para descobrir, que deve ter a propriedade de impedir que o calor externo entre na mesma casa. Mas ainda que este raciocinio seja muito natural, com tudo creio que ninguem o tem praticado; ao menos na Italia, e em todos os paizes quentes por onde via-

viajei, tenho a certeza que naõ vi já mais huma janella dobrada (1).

A utilidade das vidraças dobradas, tanto nos paizes quentes, como nos frios, he hum objecto de tal importancia, que procurei ao depois occasiaõ de o tratar com mais extensaõ. Observarei agoa sómente que o ar recluso, ou encerrado entre as duas janellas, e naõ a dobrada ordem de vidros, he quem serve de obstaculo á passagem do calor. Se este effeito proviesse dos vidros, huma simples ordem de vidraças com vidros mais grossos preencheria igualmente o mesmo fim; porém a maior grossura dos vidros naõ contribue de modo algum a fazer a casa mais quente.

O ar he naõ sómente hum naõ conductor do calor, mas a sua potencia naõ conductora susceptivel de ser augmentada. Para se formar idéa da maneira porque se póde fazer o ar ainda menos capaz de conduzir o calor, ou,

o

(1) Quando nos paizes quentes se servirem de vidraças dobradas para conservar a frescura das casas deve haver grande cuidado em pôr estas vidraças ao abrigo dos raios do Sol e da luz; sem esta precauçaõ produziriaõ hum effeito contrario ao que se propõe. Poder-se-há facilmente conservar a frescura nas casas durante os calores fortes, usando das jelozias venezianas, toldos, ou quitasóes de janella, porque quanto menos luz se deixar entrar, tanto mais fresca estará a casa.

o que vem a ser o mesmo, de o fazer melhor naõ conductor, do que elle he naturalmente, quando naõ está encerrado; he necessario considerar a maneira porque o calor atravessa o ar.

Parece, segundo o resultado de muitas experiencias, que fiz para desenvolver esta materia, e cuja relaçaõ foi publicada nas Transacções philosophicas da Sociedade Real de Londres (1792), que naõ obstante o poder cada particula de ar separada receber o calor de outros corpos, ou communicar-lho; entretanto naõ ha communicaçaõ alguma de calor entre huma particula de ar, e a sua visinha, ou que lhe fica proxima. Donde se segue, que ainda que o ar possa tirar algum calor, e que na realidade o tire, e leve comsigo, quando se transfere de lugar, e se communica de hum corpo a outro, com tudo huma massa de ar no estado de inercia, ou cujas moleculas estejaõ sem movimento (se fosse possivel existir neste estado) naõ poderia absolutamente ser penetrada pelo calor, ou em outros termos, huma massa de ar desta especie seria hum excellente naõ conductor.

Visto que o calor naõ passa através de huma massa de ar senaõ em consequencia do movimento, que elle lhe imprime, porque realmente o calor he transportado, e naõ atra-

ves-

vessa o ar, he claro que o que poder obstruir, e impedir o movimento exterior do ar tende necessariamente a diminuir-lhe a sua potencia conductora; he o que achei que realmente acontece: Observei que certa quantidade de calor, que tinha achado meio de passar através da parede, ou de huma lamina de ar encerrado de meia pollegada de grossura, e que gastava nesta passagem 9 minutos e $\frac{1}{5}$, teve ao depois necessidade para atravessar a mesma parede de 21 minutos e $\frac{2}{5}$, por lhe ter impedido o movimento, misturando-lhe huma 56ª parte da sua massa, de *edredon*, ou de pele finissima, ou de borras de seda.

Mas quando se misturaõ corpos estranhos com o ar para impedir o seu movimento interior, e fazello mais proprio para encerrar o calor, he preciso escolher unicamente aquelles que saõ conductores do calor, e de outro modo fariaõ mais mal do que bem, como já experimentei. Em lugar do edredon, ou das peles, ou borras de seda, usei de fios de prata e ouro provindo de hum pouco de galaõ desfiado; entaõ em lugar de prevenir a passagem do calor com esta barreira, lhe facilitei o atravessar; porque o calor passou este composto de ar, e de fios de metal com muito maior facilidade do que passava pelo ar sómente.

Outra circunstancia, a que he necessario attender, na escolha das substancias, que se devem misturar com o ar para formar coberturas, ou barreiras ao calor, he a finura e subtileza de suas partes, quanto maior for a superficie relativamente á solidez, tanto mais se embaraçará o movimento das particulas de ar. A crina grande seria menos propria para isto, do que o pêlo de castor, ainda que seja provavel naõ haver differença essencial entre as propriedades chymicas destas duas especies de cabello.

Porém naõ he sómente a finura das partes de huma substancia, e a sua propriedade naõ conductora, que a faz propria para ser empregada em formar coberturas destinadas a encerrar o calor; ha outra propriedade mais occulta, que parece ter maior influencia em fazer algumas substancias mais aptas que outras; e vem a ser, certa attracçaõ que substitue entre certos corpos. A obstinaçaõ com que o ar se apaga, as peles dos animaes, e as plumas das aves; he bem conhecida, e póde facilmente provar-se que esta attracçaõ deve concorrer muito em prevenir o movimento do ar mettido pelos intersticios destas substancias, e consequentemente impedir a passagem do fogo, que procura atravessallo.

Ha talvez outra cousa ainda mais occulta,

ta, que faz huma substancia mais propria que outra para encerrar o calor. Já demonstrei, por huma experiencia sem réplica, que o calor póde passar pelo vacuo de Torricelli (1), posto que mais difficultosamente pelo ar; a potencia conductora do ar está para a potencia conductora do vacuo de Torricelli como 1000 para 604; ou proximamente, como 10 para 6: porém se o calor póde passar pelo vacuo, passa certamente por intervençaõ de algum meio mais subtil que o ar: e esse meio, qualquer que elle seja, he provavel que penetre todos os corpos sólidos com grandissima facilidade, e deve certamente penetrar através do vidro, e mercurio, que saõ as substancias empregadas para formar o vacuo do Torricelli.

Logo, se existe hum meio mais subtil que o ar pelo qual o calor póde ser conduzido, naõ he possivel que exista huma certa affinidade entre este meio, e os corpos sensiveis? huma certa attracçaõ ou coherencia por meio da qual os corpos em geral, ou certos corpos em particular possaõ, de algum modo, destruir a actividade deste meio em conduzir, ou transportar o calor de hum lugar para outro?

(1) Vejaõ-se as minhas experiencias sobre o calor, publicadas nas Transacções Philosophicas. Vol. 76.

Parece, segundo o resultado de muitas experiencias, que fiz, e cuja relaçaõ se acha no LXXVI. Volume das Transacções Philosophicas, anno de 1786, que a potencia conductora no vacuo de Torricelli está para o ar como 604 está para 1000; porém em outra experiencia achei (veja-se a minha segunda Memoria sobre o calor, publicada nas Transacções Philosophicas, anno de 1792) que 55 partes de ar, em volume, com huma parte de borra de seda finissima, formavaõ hum envoltorio, cuja potencia conductora estava para o ar como 576 para 1274 ou como 448 para 1000. E pelo resultado da experiencia acima mencionada parece, que a introducçaõ de huma taõ pequena quantidade de borra de seda como he $\frac{1}{56}$ parte do volume do ar, que o calor devia atravessar, fazia este espaço (que continha 55 partes de ar e huma de seda) mais impenetravel ao calor, que o mesmo vacuo de Torricelli. Logo a seda, naõ sómente destruio completamente a potencia conductora do ar, porém deteriorou ao mesmo tempo sensivelmente a potencia conductora do fluido ethereo, que provavelmente occupa os intersticios do ar, e que serve para conduzir o calor no vacuo de Torricelli; porque o vacuo de Torricelli foi melhor conductor do calor, do que este meio, na proporçaõ de 604 para 448.

448. Porém naõ me estenderei mais sobre esta materia, porque conheço o inconveniente, que ha em fallar de hum fluido, cuja existencia he duvidosa; e sei perfeitamente que os nossos conhecimentos sobre a natureza do calor, e a maneira porque elle se communica de hum corpo a outro, saõ demasiado imperfeitos e obscuros, para que nos habilitem a continuar estas indagações com algumas esperanças de bom exito, ou vantagens.

Qualquer que seja a maneira porque o calor se communica de hum corpo a outro, creio estar sufficientemente provado, que difficultosamente passa através do ar encerrado: o conhecimento deste facto he importantissimo; porque nos facilita o poder tomar medidas convenientes para reter o calor, e para dirigir os seus effeitos nos objectos onde póde ser-nos util.

Mas o ar atmospherico naõ he o unico naõ conductor do calor; todas as especies de ar natural, ou artificial; e em geral, os diversos gazes, cuja elasticidade he permanente; e ainda os vapores cuja elasticidade accidental participaõ desta propriedade do ar atmospherico.

Achei, pela seguinte experiencia, que o vapor naõ he conductor do calor; tomei huma garrafa de vidro delgado e transparente,

de

de figura esphérica, com o gargalo estreito, e o fundo mettido para dentro em fórma de hemispherio concavo de 6 pollegadas de diametro: esta garrafa que tinha perto de 8 pollegadas de diametro exterior, foi cheia de agua fria, e posta sobre hum prato razo de 10 pollegadas de diametro feito de folha de latão muito delgada: este prato continha huma pequena quantidade de agua (perto de $\frac{2}{10}$ de pollegada de profundidade) e foi posto com o resto do apparato sobre huma trempe com huma alampada de espirito de vinho, acezn por baixo; no fim de poucos minutos a agua que estava no prato começou a ferver, e o vacuo interior da garrafa a encher-se de nuvens formadas pela agua, reduzida a vapores que depois de ter circulado com huma rapidez incrivel por 4 ou 5 minutos, e depois de ter expulsado grande quantidade de ar da parte inferior da garrafa, principiou a limpar-se gradualmente. No fim de 8 ou 10 minutos (cuido eu que foi quando o ar, existente com o vapor na parte concava, formada pelo fundo da garrafa, adquirio quasi a mesma temperatura que a do vapor) estas nuvens desapparecêrão totalmente; e ainda que a agua continuasse a ferver com maior violencia, o contido nesta parte concava ficou totalmente invisivel, e havia tão pouca apparencia de va-

po-

pores, que senaõ fosse a grande quantidade de agua que corria continuamente contra as paredes desta cavidade, supporia que o calor naõ evaporisava cousa alguma.

Levantando, por hum momento, hum dos lados da garrafa, e deixando entrar ar frio em pequena quantidade, appareciaõ immediatamente as nuvens; continuavaõ a circular alguns minutos com muita rapidez, e desappareciaõ ao depois gradualmente como d'antes. Repeti muitas vezes esta experiencia, e sempre com o mesmo resultado: o vapor era sempre visivel, quando se lhe misturava algum ar frio, e recobrava a sua transparencia logo que se expulsava parte deste ar, e que o restante tinha adquirido a temperatura do vapor.

Vendo que o ar frio introduzido debaixo da garrafa condensava parcialmente o vapor, e contribuia a formar nuvens, desejei saber, quaes seriaõ os effeitos visiveis de hum corpo frio mettido debaixo da garrafa. Imaginei que se o vapor era hum conductor do calor, quando huma parte do calor o deixasse, para penetrar o corpo frio necessariamente se haviaõ formar nuvens; mas que se o vapor fosse naõ conductor do calor, quero dizer, que se huma particula de vapor naõ pudesse communicar huma parte do seu calor ás particulas visinhas; neste caso, como o corpo frio

naõ

naõ poderia affectar senaõ as moleculas de vapor com que estava em contacto actual naõ appareceriaõ nuvens algumas; e o resultado da experiencia provou effectivamente que o vapor he hum naõ conductor do calor; porque ainda que o corpo de que fiz uso na experiencia, foi hum pedaço de neve, quasi do tamanho de hum ovo, posto debaixo da parte concava da garrafa, sobre huma pequena trempe, ou sobre hum estrado de fio de ferro; com tudo, logo que se formavaõ as nuvens, pela introducçaõ inevitavel do ar frio levantando a garrafa para introduzir a neve, se dissipavaõ immediatamente; e o vapor se fazia taõ transparente e invisivel, que se naõ percebia o menor sinal de nuvem, nem ainda ao redor da neve, a qual estando proxima á fuzaõ, apparecia sempre taõ clara e transparente, como hum pedaço de cristal.

Esta experiencia que fiz pela primeira vez em Florença, no mez de Novembro de 1793, foi repetida em presença do Lord Palmerston, que estava entaõ nesta Cidade, e de M. Fontana (1).

No

(1) A garrafa que servio nesta experiencia ainda que parecesse muito grande no exterior, naõ podia conter muita agua, porque a parte concava que formava o fundo, era muito mettida para dentro. Como esta parte concava no fundo da garrafa (a qual era, como já

No decurso destas experiencias o ar não foi expulsado inteiramente da parte inferior da garrafa; pelo contrario, grande parte ficou misturada com o vapor, ainda depois de haverem desapparecido totalmente as nuvens, como achei em huma experiencia, que fiz para me segurar positivamente disto. Porém es-

observei, de figura hemispherica, e de 6 pollegadas de diametro) servia de recipiente para encerrar o vapor, que se elevava da agua fervente no prato. Poder-se-hia talvez suppor que hum recipiente de vidro ordinario, da figura de campainha, como os que se usaõ nas experiencias pneumaticas, serviria tambem como a garrafa: eu mesmo o julguei assim, porém conheci o meu erro ao fazer da experiencia. Hum recipiente ordinario corresponde perfeitamente bem ao fim de encerrar o calor; porém o vidro aquece logo tanto, que as gotas de agua, que se pegaõ á superficie interior, pela condensaçaõ do vapor, em lugar de correr pelos lados do recipiente em lagrimas claras e transparentes, fórmaõ bollas, e riscos, que tornaõ o vidro taõ opáco, que se naõ póde distinguir cousa alguma através, o que contraria absolutamente o fim principal da experiencia; porém a agua fria contida na garrafa, mantém o vidro frio, fazendo por isso que a condensaçaõ do vapor, nos lados da parte concava formada pelo fundo da garrafa, seja mais regular, e que as gotas de agua, que correm continuamente pelos lados do vidro, se reunaõ, formando huma só corrente de agua transparente por meio da qual se póde distinguir com a vista tudo o que se passa debaixo da garrafa.

ta circunstancia naõ faz menos curioso o resultado da experiencia; antes me parece que o faz mais notavel. A massa de vapores, e a de ar naõ se esfriáraõ pelo pedaço de neve, que o rodeavaõ; porque se fossem esfriadas, em massa, he muito provavel que se observassem de novo as mesmas nuvens.

O resultado destas experiencias, comparadas com as outras acima referidas, para determinar qual era a fórma mais vantajosa que se podia dar ás caldeiras, e marmitas, abrio novo campo ás minhas especulações para regular mais vantajosamente a conduçaõ do fogo. Ellas me mostráraõ que naõ sómente o ar frio, mas tambem o ar quente, e os vapores aquecidos, e a mistura de ar e vapores aquecidos, saõ naõ conductores do calor; consequentemente, que os vapores elevados do combustivel inflamado, e ainda a mesma chama, saõ naõ conductores do calor.

Esta proposiçaõ parecerá atrevida, mas reflectindo tranquilamente, e examinando com vagar os phenomenos que acompanhaõ a combustaõ das materias inflamaveis, e a communicaçaõ do calor pela chama, se achará que ella he bem fundada. As vantagens que se podem tirar do conhecimento deste facto, saõ certamente da maior importancia, e a materia he digna de ser completamente desenvolvida.

C. A.

CAPITULO IV.

Do modo porque a chama communica o calor aos outros corpos. A chama obra sobre os corpos do mesmo modo que hum vento quente. Explicaçaõ da maneira porque hum maçarico augmenta a actividade da chama, fundada em muitas experiencias. O conhecimento do modo por que a chama communica o calor he necessario para determinar a melhor fórma, que se póde dar ás caldeiras, e ás marmitas. Principios geraes que se podem seguir na construcçaõ das caldeiras.

SE a chama he simplesmente o vapor, ou huma mistura de ar e vapor aquecidos ao ultimo ponto; como o ar e o vapor saõ naõ conductores do calor, naõ ha difficuldade em conceber como a chama póde, apezar do seu extremo gráo de calor, reter as propriedades dos fluidos que compõe, e ser hum naõ conductor do calor. A potencia naõ conductora do ar, parece que naõ se altera aquecendo o ar até á temperatura da agua fervente, e naõ vejo razaõ alguma para que esta propriedade do ar, ou de outro qualquer fluido elas-

tico, se alterasse por hum maior augmento de calor. Se o vapor, e o ar na temperatura de 212 gráos, no Thermometro de Farenheit, saõ naõ conductores do calor, porque naõ conservariaõ elles esta propriedade na temperatura de 1000 gráos, ou ainda em outra mais elevada. Confesso que naõ comprehendo porque os corpos possaõ ser privados de huma qualidade taõ essencial, sem que padeçaõ huma total mudança: e naõ supponho possivel o imaginar-se que o ar, ou o vapor soffraõ huma mudança chymica, sómente porque foraõ aquecidos á temperatura do ferro cadente. Mas sem insistir sobre estes raciocinios, por mais concludentes que me pareçaõ, mostrarei pela experiencia, e pela observaçaõ, em huma palavra, provarei que a chama he realmente hum naõ conductor do calor.

Concordando-se em hum facto, que me parece incontestavel, e vem a ser, que o ar he naõ conductor, ao menos no sentido em que me tenho servido desta expressaõ, demonstrarei, que a chama obra precisamente do mesmo modo que o vento quente, para communicar o calor: e se as minhas razões forem convincentes, penso que ficará sufficientemente provada a minha proposiçaõ.

Conhece-se perfeitamente o effeito que produz hum turbilhaõ de vento frio esfriando

qual-

qualquer corpo por onde passa, e as causas deste effeito podem facilmente referir-se a esta propriedade do ar, que o faz naõ conductor do calor, porque se as moleculas de ar frio, que estaõ em contacto com o corpo quente podessem communicar facilmente o calor, que ellas adquirem, as outras moleculas de ar que lhe ficaõ contiguas, e estas ás outras, e assim por diante, he claro que o calor se transportaria com a mesma promptidaõ com que se separasse do corpo, e cada movimento das moleculas de ar, cada vento, ou turbilhaõ de ar, naõ facilitaria, nem apressaria sensivelmente o resfriamento do corpo; por hum semelhante raciocinio se póde provar, que se a chama fosse de facto hum conductor perfeito do calor, todo o corpo frio, que nella se mergulhasse, se aqueceria com tanta promptidaõ, quanta fosse a aptidaõ deste corpo para receber o calor; porque nem o movimento das partes interiores da chama, nem a velocidade com que ella envolvesse o corpo frio, poderiaõ ter effeitos sensiveis em facilitar, ou acelerar o aquecimento do corpo; porém se a chama he hum naõ conductor do calor, a sua acçaõ será exactamente semelhante á de hum vento quente, e por consequencia tudo dependerá do modo porque for applicada ao corpo que tem de aquecer.

cer. Só as particulas, que estiverem em contacto actual com o corpo que se ha de aquecer, he que lhe communicaraõ o calor; e quanto maior for o numero das particulas que estiverem em contacto com o corpo, tanto mais calor se communicará. Donde se segue que he necessarissimo, que a chama se leve com impeto sobre o corpo que se pertende aquecer, e que se interrompa a sua corrente para formar turbilhões; porque o movimento rapido da chama occasiona huma successaõ rapida de particulas aquecidas; e admittindo que sejaõ verdadeiros os meus principios, he evidente que toda a especie de movimento interior contra as particulas da chama, porque ella póde ser agitada, deve tender poderosamente a acceleraç a communicaçaõ do calor.

Conhece-se muito bem o effeito do maçarico, dirigindo o assopro sobre o fogo; mas supponho que jámais se deo explicaçaõ cabal da maneira porque este instrumento augmenta a acçaõ da chama. Penso que geralmente se suppõe, que a corrente de ar puro, lançada sobre a chama, por effeito do maçarico, augmenta realmente a quantidade de calor; e eu supponho que nesta operaçaõ se naõ faz mais do que dirigir o calor existente na chama a hum ponto dado. A corrente de ar naõ

pó-

póde produzir chama, sem que ao mesmo tempo se decomponha; e para que esta decomposiçaõ tenha lugar no fogo, he preciso que se ache em contacto actual com o combustivel ardente, ou ao menos com o vapor inflamavel, mas naõ inflamado, que delle emana? Mas he possivel suppor que haja cousa alguma inflamavel, e que exista realmente sem estar inflamada na chama clara, brilhante, e perfeitamente transparente de huma véla? Entretanto o maçarico produz hum effeito sensivel dirigido sobre a chama clara de huma véla, e quando se emprega para augmentar a acçaõ das cadéas de que usaõ os esmaltadores.

Suppondo que a descuberta da razaõ, porque a corrente de ar, proveniente do maçarico, augmenta a intensidade da acçaõ da chama, naõ poderia deixar de aclarar muito a nossa questaõ; isto he, a maneira porque a chama communica o calor aos differentes corpos; fiz as experiencias seguintes que me parecem decisivas.

Assentei que a corrente de ar, provinda do maçarico, e dirigida á chama de hum corpo inflamado, naõ poderia augmentar a intensidade da mesma chama senaõ por huma de duas maneiras; a saber, augmentando a sua acçaõ sobre o corpo a que he dirigido;

ou

ou augmentando realmente a quantidade de calor produzido na combustaõ do corpo inflamado. Veio-me á lembrança hum meio conveniente para decidir, pela experiencia, a qual destas duas causas he devido o effeito de que tratamos, ou quanto por elle contribue cada huma dellas. Fiz encher huma grande bexiga, que levaria quatro canadas, de ar fixo (ainda carbonico), o qual, como he bem sabido, he absolutamente improprio para manter a combustaõ dos corpos inflamaveis, e por consequencia naõ se podia presumir que augmentasse o calor da chama sobre que se dirigia: por esta razaõ julguei eu, que enchendo-se hum fole com este ar, e dirigindo-se a sua acçaõ contra a chama de huma véla, deveria produzir, com pouca differença, o mesmo effeito que empregando-se o ar ordinario para este fim, e provaria até o ponto da evidencia, que o augmento da intensidade da acçaõ, ou actividade da chama, em consequencia do emprego do maçarico, ou fole, he devido á agitaçaõ da chama dirigida para certo ponto, ao impeto, com que a mesma chama bate sobre o corpo, que aquece; a successaõ rapida de novas moleculas deste vapor aquecido, e naõ a algum augmento de calor.

Acomodei, por tanto, hum maçarico á be-

xiga, que continha o ar fixo; e dirigi a extremidade desta especie de foles para a chama brilhante de huma véla espevitada de pouco, apartando a bexiga projectei a chama para hum pequeno tubo de vidro, que se aqueceo immediatamente ao ultimo ponto, e até se derreteo dentro em pouco tempo.

Repetio-se esta experiencia muitas vezes, e tendo-se acertado o tempo, que era necessario para fundir o tubo, quando a chama da véla, que o cercava, era impelida pela corrente de ar fixo, variei a experiencia, fazendo uso do ar atmospherico ordinario, em lugar do ar fixo; tive o cuidado de empregar a mesma véla, e a mesma especie de fole, de que tinha feito uso, para que as experiencias fossem perfeitamente semelhantes, e naõ differissem senaõ pela especie de ar, que se empregava, o effeito desta differença póde ser descuberto, e apreciado.

Os resultados destas experiencias foraõ concludentissimos, e nos provaraõ da maneira mais decisiva, que o effeito de hum maçarico applicado a huma chama clara, naõ provém do augmento real do calor, mas sim do augmento da actividade da chama, em consequencia de ser impéllida com força, e dividida em differentes correntes, contra a superficie do corpo em que deve obrar: o ef-

feito do maçarico no curso destas experiencias foi, segundo todas as apparencias, taõ grande quando se fez uso do ar fixo (que entretanto lhe naõ podia augmentar o calor) como quando se empregou o ar atmospherico.

Porém como sei qual he a importancia da decisaõ desta questaõ, relativamente ao modo porque a chama communica o calor, naõ limitei as minhas experiencias sómente ao objecto de que acabo de fallar. Repeti as mesmas experiencias muitas vezes, variei-as de differentes modos, usando já do ar fixo, já do ar atmospherico, já do ar deflogisticado (gaz oxigeno), e já do ar ordinario viciado, e tornado incapaz de sustentar a vida dos animaes, ou combustaõ, o qual se obtinha fazendo arder huma véla até que se apagasse.

Seria fastidioso dar a relaçaõ de todas estas experiencias, e por isso contentar-me-hei com observar, que todas ellas se reunem para mostrar, que o effeito de hum maçarico empregado do modo que disse, he devido á direcçaõ e velocidade, que elle dá á chama contra que se emprega, e naõ ao augmento de calor.

He preciso lembrar, que o fim principal destas experiencias, foi descubrir o modo, porque a chama communica o calor aos outros

tros corpos, e porque meios se póde facilitar esta communicaçaõ : se assoprado o fogo se tem em vista augmentar a intensidade do calor, entaõ a corrente de ar deve ser dirigida de modo que acelere a combustaõ : he preciso dirigilla para a superficie do combustivel inflamado, e naõ para o vapor vermelho, ou chama, que delle sahe, e onde provavelmente a combustaõ está completa : neste caso naõ ha duvida, que o effeito produzido, dependeria muito da qualidade de ar que se empregasse.

O resultado das experiencias precedentes, feitas com o maçarico, parecerá quanto a mim, concludente a quem tomar o trabalho de o considerar attentamente; e as vantagens, que se podem tirar do conhecimento dos differentes factos que ellas estabelecem, saõ evidentissimas. Se a chama e o vapor aquecido, que se eleva dos corpos ardentes, saõ naõ conductores do calor; e se para communicar o calor ao outro corpo he necessario que as suas moleculas sejaõ levadas individualmente ao ponto de estar em contacto com o corpo; he evidente que as fórmas das caldeiras, e do fogaõ saõ objectos de muita importancia, e que forma mais vantajosa será a mais propria para produzir os movimentos in-

teriores da chama, e levar successivamente tal quantidade das suas particulas quanta for possivel, para as pôr em contacto com o corpo que devem aquecer. A caldeira deve naõ sómente ter a superficie o mais larga que for possivel, mas deve ter a forma conveniente para que a chama circumbiente a toque com certa impulsaõ, quebrando-se contra a superficie, e correndo-a em fórma de turbilhões.

He logo para o fundo da caldeira, e naõ para os seus lados, que se devem dirigir os principaes esforços da chama; por que deixando-se a chama, ou o vapor aquecido, elevar-se livremente pelos lados vertioaes da caldeira, ella se escapará rapidamente por esta superficie; e naõ encontrando obstaculo algum que a divida em fórma de correntes, ou turbilhões, corre socegadamente, como o ribeiro pelo seu canal uniforme: e as mesmas particulas aquecidas deste vapor, que estaõ em contacto immediato com os lados da caldeira, no fundo ou extremidade inferior, saõ continuamente impellidas contra a superficie da caldeira pela corrente que as obriga a elevar-se deste mesmo fundo; de modo que a maior parte do calor contido na chama, e o vapor aquecido, que se eleva do fogo, em lu-

lugar de penetrar a caldeira passa a atmosphera pelo fumeiro, e fica inteiramente perdido.

A perca deste calor, que provém da má construcçaõ das caldeiras, e de seus fogões, póde ser elevada pelo resultado das experiencias, que se referem no Capitulo seguinte.

CA.

CAPITULO V.

Relaçaõ das experiencias feitas com caldeiras, e fogões de differentes formas e dimensões; algumas notas e observações sobre os seus resultados, e as vantagens que delles se podem tirar. Experiencias feitas em grande com a caldeira de huma fabrica de cerveja. Relaçaõ do modo porque se fez, e assentou huma caldeira para huma fabrica de cerveja, segundo o plano aperfeiçoado. Resultado de muitas experiencias feitas com esta caldeira. Vantagens que resultaõ para a economia do combustivel destinado a ferver os liquidos, fazendo-se as experiencias em grande. Estas vantagens saõ com tudo limitadas. Mudança praticada na caldeira da nova fabrica de cerveja para o fim de abreviar o tempo necessario para fazer ferver a agua que ella continha. Experiencias, que mostraõ o effeito destas mudanças. Avaliaçaõ das quantidades relativas de calor, que se podem produzir com o carvaõ de terra pulverisado, chamado coak; *com o carvaõ de terra; com o carvaõ de lenha, e com lenha de carvalho. Modo de avaliar a quantidade de carvaõ de terra, ne-*

necessario para executar todas as operações mencionadas neste Ensayo, nas quaes se empregou antes tenha. Avaliaçaõ das quantidades totaes de calor, que podem produzir as differentes especies de combustivel, e das quantidades reaes de calor, que se perdem em diversas circunstancias, preparando os alimentos nas cozinhas.

O Que disse no Capitulo precedente, será bastante, cuido eu, para dar ao leitor idéas claras da materia que trato, com todas as suas circunstancias, e relações; e o porá em estado de comprehender, sem a menor difficuldade, tudo o que eu houver de dizer a este respeito; e particularmente de descubrir os differentes objectos que tive em vista nas experiencias, que vou a expor; e apreciar a justeza das minhas economias.

A relaçaõ destas experiencias, que occupaõ grande parte deste Ensayo, naõ he mais do que o resumo de todas as que fiz, ou mandei fazer á minha vista, sobre o calor, no espaço de 7 annos. Se eu as publicasse todas, entrando em todas as miudezas, contidas nos meus registos, faria com isso muitos volumes.

Foi muito bom, para mim, que este registo fosse assás volumoso; do contrario provavelmente o teria conduzido para Inglaterra

ó anno passado, e o teria perdido com o resto dos meus papeis na mala que me roubáraõ ao passar pelo cemiterio de S. Paulo quando cheguei a Londres, donde estava ausente havia 11 annos (1).

Como previ, que, fazendo indagações sobre o calor, me séria necessario fazer muitas experiencias com os liquidos ferventes, para as classificar mais facilmente mandei imprimir huma taboa, onde em todas as circunstancias, se podem inscrever regularmente, e sem muito trabalho as particularidades ordinarias de cada experiencia deste genero.

Como esta taboa póde servir a outras pessoas, que puderem fazer semelhantes experiencias, e dar ao leitor idéas claras do modo porque conduzi as minhas experiencias, darei por exemplo a relaçaõ de huma experiencia na mesma fórma, que a fiz registar em huma destas taboas impressas.

Estas taboas destinadas para o uso ordinario, saõ soltas, e impressas em meia folha de papel, em folio.

EX-

(1) Tenho razões para suppor que estes papeis existem ainda, e ficaria em huma obrigaçaõ eterna a quem mos désse.

EXPERIENCIA

Sobre a conducçaõ do fogo, fervendo liquidos, feita em Munich aos 15 de Abril de 1795, em huma fabrica de cerveja pertencente a S. A. Eleitoral.

Epoca do dia.		Combustivel posto ao fogo.		Temperat. do liquido.	Conteudos na caldeira.		
H.	M.	Numero de pés.	Pezo.	Gráos de F.	Espec de liq.	Medid.	Pezo.
9	15	29	100	600		6,983	12.502
..	30	6	50	70	agua.		
..	41	6	50	..			
10	15	7	50	92			
..	25	7	50	105			
..	46	7	50	120			
11	..	7	50	130			
..	15	7	50	...			
..	26	8	50	145			
..	43	7	50	155			
..	50	7	50	163			
12	5	8	50	173			
..	17	7	50	183			
..	31	15	50	192			
..	55	..	..	Fervente.			
1	38	7	50	...			
2	35	7	50	...			
3	38	..	..	(acaba de ferver)			

Altura do barometro 26 pollegadas e $\frac{11}{12}$
do thermometro 58.° F.

Dimensões da caldeira.

Diametro superior ou comprimento 10 pez.
inferior ou largura 8 pez
Profundidade 4 pés; feita de (cobre). Pezo (desconhecido). Capacidade total 8176 medidas, que pezaõ 14643 libras.

Especie de combustivel. (lenha de , , 4 Mediocremente secca. Achas de 6 pez de comprido.

Resultados geraes da experiencia.

Tempo empregado para fazer ferver o liquido, 3 h. 40 m.
Combustivel consumido para produzir este effeito 800 libras.
Tempo porque o liquido continuou a ferver, 2 h. 43 m.
Combustivel addido para entreter a fervura, 100 libras.
Quantidade de liquido evaporado (naõ observada).

Resultado exacto.

Com o calor produzido pela combustaõ de huma libra de combustivel, 13,23 lib. de agua de neve foraõ levadas ao ponto da ebuliçaõ: ou 339,80 lib. de agua fervente foraõ mantidas neste estado por huma hora.

Tu-

Tudo quanto se póde desejar neste genero de experiencias se contém nas formulas impressas, excepto as palavras, e caracteres mettidas entre parenthesis, donde se vê quanto estas taboas tendem a diminuir o trabalho de registar os resultados, e acautelar os erros.

O exemplo que dei nesta taboa he a relaçaõ de huma experiencia em que se empregou huma grande quantidade de agua igual a 15590 libras *haver do pezo*, ou 1866 gallons de 231 pollegadas cubicas cada hum; mas he evidente que estas taboas podem igualmente convir a mais pequena quantidade de liquido contido em huma caçaróla.

A altura do barometro he exprimida em pollegadas francezas, e a do thermometro em gráos, segundo a escala de Farenheit. As outras medidas, tanto em comprimento, como em capacidade, saõ as de Baviera; e o pezo he exprimido em libras de Baviera, das quaes 100 fazem 123,84 libras haver do pezo.

O que está designado debaixo do titulo de *resultados géraes da experiencia* naõ tem necessidade de explicaçaõ, porém convem indicar o que entendo pelo *resultado exacto*.

Quando se está em circunstancias de comparar frequentemente o resultado das experiencias feitas em differentes tempos, e em differentes estaçôes do anno, como a tempe-

ratura primordial da agua, ao momento em que se acende o fogo por baixo da caldeira, he raras vezes a mesma em duas experiencias; e como o calor da agua fervente varia, segundo a differente pressaõ da atmosphera, ou altura do mercurio no barometro, foi necessario attender a todas estas differentes circunstancias: julguei por tanto que o melhor modo de fazer a reducçaõ, era calcular pelo numero de gráos, que o calor do liquido tinha realmente augmentado, e a quantidade de combustivel empregado para o trazer a esta temperatura, quanto era preciso para o elevar a 180 gráos desde a sua temperatura, ou para o elevar do termo da neve ao da agua fervente debaixo da pressaõ média da atmosphera na beira do mar: dividindo ao depois o pezo da agua, somettida a experiencia, e exprimido em libras, pelo do combustivel necessario para fazer ferver esta agua se obteve o numero de libras de agua de neve, que o calor produzido pela combustaõ de huma libra de combustivel poderá elevar á temperatura da ebuliçaõ, debaixo da pressaõ média da atmosphera na beira do mar.

A Cidade de Munich, onde se fizeraõ todas as experiencias que vou a referir, está situada quasi no centro da Alemanha, e bastante elevada acima do nivel do mar. A altura

ra média do barometro he sómente de 28 pollegadas inglezas; por consequencia a agua ferve em Munich em temperatura mais baixa do que em Londres: e a differença he até muito sensivel para que possa ser desprezada, porque vem a ser 2 gráos e meio no thermometro de Farenheit: a altura média do termo de ebuliçaõ, em Munich, he de $209\frac{1}{2}$ gráos, e nos lugares situados quasi ao nivel do mar he de 212 gráos. Para que as minhas experiencias e calculos sejaõ mais simples, e mais uteis, attenderei sempre a esta differença.

Do resultado actual de cada experiencia deduzi hum calculo, segundo os principios, que acabei de expôr, e por falta de termo conveniente lhe chamei *resultado exacto* da experiencia; porque he evidente que este resultado mostra exactissimamente o merecimento comparativo dos differentes arranjamentos mechanicos, principalmente deste da conducçaõ do fogo no curso das experiencias, relativamente á economia do combustivel; porque quanto mais se fizer ferver a agua de neve com o calor produzido pela combustaõ de huma dada quantidade de lenha (huma libra por exemplo) tanto mais se poderá concluir, *coeteris paribus*, que a construcçaõ do fogaõ se approxima á perfeiçaõ.

Algumas vezes accrescentei ao titulo *re-*

sul-

sultado exacto, outro calculo, que mostra quanto o calor produzido pela combustaõ de huma libra de lenha póde *manter a agua fervente em estado de ebuliçaõ pelo espaço de huma hora*, segundo o resultado das experiencias. Posto que eu chame a esta qualidade de calculo *resultado exacto*, he evidente que em muitas circunstancias se naõ póde ter como exactissimo, por causa da difficuldade que ha em avaliar a quantidade de combustivel existente no fogaõ, e que naõ estava consumida ao momento em que a agua começou a ferver.

No exemplo precedente, quando fiz este calculo, suppuz que ao tempo de principiar a agua a ferver havia assás lenha naõ consumida para entreter a ebuliçaõ por 43 minutos, e que a lenha ao depois accrescentada (100 lib.) entreteve a ebuliçaõ durante o resto do tempo, que foraõ duas horas.

Com tudo o mais das vezes, para evitar o trabalho de fazer estes calculos, suppuz que toda a lenha, empregada para fazer ferver a agua, estava inteiramente consumida no curso desta operaçaõ; e que todo o calor, empregado em manter a ebuliçaõ, era fornecido pela lenha, que se consumio depois que a agua começou a ferver. Esta suppoziçaõ he evidentemente erronea; porém como os calcu-

culos de que se trata naõ saõ susceptiveis de precisaõ rigorosa, seria inutil pertendella. Além de que por mais imperfeitos que sejaõ estes calculos approximativos, achar-se-haõ utilissimos em muitas circunstancias.

Dando conta das experiencias seguintes, naõ as referirei exactamente pela ordem porque foraõ feitas, mas sim as classificarei da maneira mais conveniente, para que as luzes que se podem tirar dos seus resultados, se mostrem n'hum ponto de vista mais favoravel.

Terei o cuidado de numerar todas estas experiencias para maior commodidade do leitor; e como já tive esta precauçaõ nas quatro experiencias referidas no primeiro Capitulo deste Ensayo, partirei deste numero para as experiencias seguintes.

Experiencia N. 5.

Descreveo-se já no primeiro Capitulo deste Ensayo a cozinha, que foi primitivamente construida na casa de industria de Munich; e entaõ se disse, que a despeza total do combustivel empregado nesta cozinha para preparar o comer de mil pessoas, que era ordinariamente sopa de ervilhas, chegava a 300 lib. de lenha de faia secca; e como a porçaõ de so-

sopa pezava huma libra, temos $\frac{1}{10}$ de libra de lenha para cada libra de sopa.

Experiencia N. 6.

A primeira cozinha da casa de industria foi demolida, e reedificada, segundo outros principios. Em lugar das caldeiras de cobre, se usáraõ as caldeiras de ferro da figura hemispherica, e cada huma destas caldeiras tinha o seu fogaõ fechado particular. Fechando-se a caldeira no fogaõ pela sua borda, e deixando-se o espaço necessario para que a chama pudesse circular ao redor. O fumo sahia da chaminé por hum canal horisontal de 5 pollegadas de alto, imbutido na parede, e que tinha a sua abertura daquella parte do fogaõ, que estava opposta á porta por onde se introduzia o combustivel. O fogo era feito sobre huma grelha chata, posta immediatamente por baixo da caldeira, na distancia de hum pé do seu fundo. A porta do cinzeiro tinha hum registo; mas o tubo por onde o fumo hia ter á chaminé, naõ tinha valvula ou contrapezo, o que era hum grande defeito. A cobertura do fogaõ estava fechada com huma porta de ferro. Cada huma destas caldeiras de ferro pezava perto de 148 libras haver do pezo, e tinha quasi dous pés francezes de dia-

me-

metro, e 14 pollegadas de profundidade; continha 190 libras e meia de Baviera, de agua, que fazem 235,91 libras haver do pezo, ou 28 gallons, e hum quarto.

Desta exposiçaõ se vê que a posiçaõ das caldeiras naõ differia essencialmente da maneira porque se achaõ collocadas nas cozinhas dos hospitaes, construidas, segundo os principios communs.

Por experiencias feitas cuidadosamente, e repetidas muitas vezes, achei que para preparar 89 porções de sopa de ervilhas, ou o valor de 89 libras de Baviera, em huma destas caldeiras, era preciso 43 libras de lenha de faia secca, e que a operaçaõ durava quatro horas e meia, o que dá $\frac{483}{1000}$ de libra de lenha para cada libra de sopa.

Na primeira construcçaõ de cozinha senaõ consumiaõ mais que $\frac{3}{10}$ de libra de lenha para cada libra de sopa; donde parece que as mudanças feitas na cozinha naõ eraõ vantajosas relativamente á economia do combustivel; era o que eu esperava; porque o objecto que tive em vista na continuaçaõ desta cozinha, naõ foi economisar o combustivel, mas conhecer quanto se consumia para cozinhar, seguindo os processos usados nos hospitaes, e outros estabelecimentos de caridade. Antes de o saber positivamente, era impossivel que

avaliasse com precisaõ as vantagens das mudanças, que pertendia adoptar na construcçaõ dos fogões das cozinhas.

Para determinar até que ponto a quantidade de combustivel, necessaria na preparaçaõ dos alimentos, dependia da fórma do fogaõ fiz as seguintes experiencias, sempre com as mesmas caldeiras, e sendo os mesmos todos os demais objectos.

Experiencias N. 7. e 8.

Duas das caldeiras da casa de industria, perfeitamente semelhantes, e fundidas no mesmo molde, foraõ escolhidas para esta experiencia: tirou-se huma dellas (N. 8) do seu nixo, e se mudou a fórma do fogaõ, segundo os novos principios. A grelha era circular e concava, e o seu diametro reduzido a hum pé. O fogaõ foi construido em fórma cylindrica acima da grelha, e reduzido a 12 pollegadas de diametro, a caldeira estava posta sobre este fogaõ cylindrico; a chama passava por huma pequena abertura para a parte superior do fogaõ, e era obrigada a fazer o giro inteiro ao redor da caldeira, antes que pudesse passar pelo fumeiro que conduz o fumo á chaminé.

Ainda que neste fumeiro ou tubo, naõ hou-

houvesse valvula, com tudo estando consideravelmente reduzida nas suas porções a entrada por onde este tubo se unia ao outro que rodeava a caldeira, isto correspondia, ainda que imperfeitamente a huma valvula ou contrapezo. Acabado este fogaõ se entreteve nelle hum fogo moderado para seccar as paredes, e se fez a experiencia, preparando nesta caldeira a mesma especie de sopa, que na caldeira adjacente, cujo fogaõ senaõ tinha alterado.

Preparou-se em cada huma destas caldeiras 89 libras de sopa de ervilha, e se começou e acabou a experiencia em ambas as caldeiras ao mesmo tempo.

O combustivel empregado, era lenha de abeto, que se tinha préviamente seccado ao forno, pelo espaço de hum dia.

As caldeiras estiveraõ fechadas constantemente, com as suas tampas dobles, excepto quando se mexia a sopa para impedir que se queimasse, pegando-se ao fundo da caldeira.

O resultado desta experiencia interessante foi o seguinte.

	Exp. N. 7. Com a cald. N. 1.	*Exp. N.* 8. Com a cald. N. 8, cujo fogaõ tinha sido reedificado.
Quantidade de lenha consumida para fazer 89 lib., pezo de Baviera, de sopa de ervilha.	73 lib.	14 lib.

Estas experiencias foraõ feitas a 7 de Novembro, e repetidas no dia seguinte com lenha de abeto, que se naõ tinha seccado ao forno: o resultado foi o seguinte.

	Exp. N. 9. Com a cald. N. 1.	*Exp. N.* 10. Com a cald. N. 8, cujo fogaõ foi concertado.
Quantidade de lenha consumida para fazer 89 lib. de sopa de ervilha.	39 lib.	lib. 19.

A primeira nota que farei sobre o resultado destas experiencias, he a prova que ellas daõ, comparando-as com a experiencia N. 6, da importante descuberta, que a lenha de

de abeto fornece mais calor, na combustaõ, do que a faia. Este facto he tanto mais extraordinario, quanto elle he absolutamente contrario á opiniaõ geral, e he tanto mais importante quanto o preço do abeto he, em muitos lugares, metade menor que o da faia, em pezos iguaes.

Fazendo-se a experiencia N. 6. se achou, que eraõ necessarias 40 lib. de lenha de faia secca para preparar 89 libras de sopa de ervilha. Na experiencia N. 7. se obteve o mesmo effeito com 37 lib.; e na experiencia N. 9. com 39 de lenha de abeto secca.

Porém eu tratarei logo desta materia mais circunstanciadamente: por agora só observarei, que o resultado de todas as experiencias que fiz, provou constantemente que a lenha de abeto fornece mais calor na combustaõ, do que a lenha de faia secca. Tenho razões para suppor, que a differença he effectivamente maior, do que o indicaõ as experiencias acima referidas.

Mas a extensaõ desta differença dependerá sempre, em grande parte, das circunstancias, que acompanhaõ a consumaçaõ do combustivel: ou, por outros termos, da construcçaõ do fogaõ; e naõ he huma das menores vantagens, que acompanhaõ a construcçaõ dos fogões, que me proponho adoptar, e de es-

ta-

tarem arranjados por tal maneira, que a lenha mais barata produz nelles melhor effeito, que a lenha mais rara, e mais custosa.

Comparando os resultados destas duas especies de experiencias (NN. 7 e 8), (NN. 9 e 10), se poderá apreciar a vantagem que havia em se servir de lenha muito secca para combustivel, em vez de empregar lenha, que naõ estava secca de todo. Porém como intento desenvolver ao depois este objecto com maior cuidado, contentar-me-hei actualmente com observar, que sendo a lenha secca pezada, para se usar della depois desta preparaçaõ; e tendo ella certamente maior pezo antes de ser mettida no forno que ao depois, a economia que resulta do uso que della se faz, no estado de seccura, naõ he taõ grande como parece indicar a differença do pezo das quantidades de lenha, que serviraõ no curso das duas experiencias. Para avaliar com precisaõ esta economia, he necessario pezar a lenha antes de a fazer seccar, ou no mesmo estado em que se peza a lenha, que se usa sem se seccar.

Porém voltando ao objecto principal, que tive em vista nestas experiencias, que era determinar os effeitos da differença de construcçaõ nos fogões, he certo que a grande differença na quantidade de combustivel, empre-

ga-

gado nestes dous fogões, para preencher o mesmo fim, demonstra evidentemente a vantagem que houve na adopçaõ das mudanças propostas.

Conhecendo a importancia de determinar por meio de experiencias, feitas com toda a precisaõ possivel, a extensaõ real das vantagens, que se podiaõ tirar das mudanças, e alterações praticadas nos fogões, relativamente á economia do combustivel; assentei que me naõ devia contentar com mudar, de tempos em tempos, a fórma dos fogões da cozinha, que fiz construir; mas procurei determinar quanto tinha ganho em cada mudança. Esta diligencia era necessaria, naõ sómente para me fornecer razões, que mostrassem as mudanças que introduzi, mas tambem para me satisfazer a mim mesmo, considerando os progressos que fazia, no decurso das minhas experiencias.

No primeiro arranjamento da cozinha da Academia Militar, as caldeiras estavaõ suspendidas pelas bordas, que descançavaõ sobre a parede do fogaõ, de maneira que a chama podia passar livremente ao redor da panella, e o fumo sahia por tubos horisontaes, que communicavaõ com o fumeiro, mas que naõ tinhaõ valvulas.

Fazia-se o fogo sobre huma grade de ferro.

ro chata, e o diametro interior do fogaõ era duas ou tres pollegadas maior, que o da caldeira nelle introduzida. O fundo da caldeira, era de seis até déz pollegadas, e ainda doze, segundo a sua grandeza, acima do nivel da grelha; e a porta destinada á introducçaõ do combustivel estava constantemente fechada. A porta do cinzeiro era munida de hum registo, e as caldeiras tinhaõ tampas dobles.

O resultado das minhas experiencias me conduzio a mandar demolir esta cozinha, e a construir outra debaixo de novos principios: mas antes de proceder á demoliçaõ fiz muitas, e exactissimas experiencias para determinar a consumpçaõ real de combustivel nos fogões taes quaes existiaõ, com os seus defeitos; e quando se acabou a nova disposiçaõ da cozinha, repeti as experiencias com as mesmas caldeiras, comparando ao depois os resultados destas duas classes de experiencias, me puz em estado de avaliar com precisaõ o ganho real de tempo e de combustivel, que se obtinha com as mudanças por mim adoptadas.

De tudo o que tenho dito, e talvez repetido muitas vezes, no decurso deste Ensayo, sobre a construcçaõ dos fogões de cozinha, poderá o leitor formar idéas claras da disposiçaõ dos que agora trato, isto he, os da Aca-

de-

démia Militar, no seu estado de perfeiçaõ; e entender-me quando digo, que se lhe acende o fogo sobre huma grelha de ferro circular, e concava, de diametro quasi igual á ametade do diametro da caldeira que tem por cima: o que se chama *o fogaõ* he huma cavidade cylindrica, feita na grossura da parede, que sustenta a panella, de diametro igual ao da grelha, e de 6 até 10 pollegadas mais ou menos, segundo a fórma da caldeira; que a caldeira he apoiada sobre a extremidade superior da parede circular que construe o fogaõ, com huma pequena abertura de 3 até 4 pollegadas de alto, na extremidade de hum dos lados desta parede, que a chama que se eleva do meio do fundo da caldeira, póde ao depois passar por hum tubo espiral arranjado para este fim, debaixo desta parte do fundo da caldeira, que está pela parte exterior da parede do fogaõ, e sobre que a caldeira está apoiada. A chama, depois de fazer hum gyro completo neste canal espiral, se eleva; e tendo voltado igualmente em torno dos lados da caldeira, passa para o fumeiro por hum canal horisontal, munido com hum registo, ou valvula.

Para que a extremidade da parede circular que fórma o fogaõ, e sobre que descança o fundo da panella, naõ cubra, ou abranja grande parte do fundo deste vaso, se dimi-

muio consideravelmente a grossura da parede nesta parte, isto he, na parte em que ella toca a caldeira; a grossura ficou de quasi meia pollegada.

A abertura por onde o combustivel se introduz no fogaõ, he hum buraco de fórma cónica aberto em pedra lioz; e este buraco he fechado por huma buxa feita da mesma especie de pedra. A porta do cinzeiro, e o seu registo saõ feitos com tanto cuidado e precisão, que fechados elles, o fogo se extingue immediatamente.

As dimensões da caldeira com que se fizeraõ as experiencias que devo referir, saõ as seguintes

Diametro { superior } 14, 935 } de pollegad.
{ inferior } 13, 39 { inglezas.
Profundidade . . . 15, 52

O seu pezo era de 37 libras haver do pezo; continha, estando cheia, 73 lib. haver do pezo, ou 35 canadas de agua medida de Paris.

O resultado de duas experiencias que fiz com esta caldeira, attendendo a todas as circunstancias que podiaõ contribuir a fazellas exactas, foraõ da maneira seguinte:

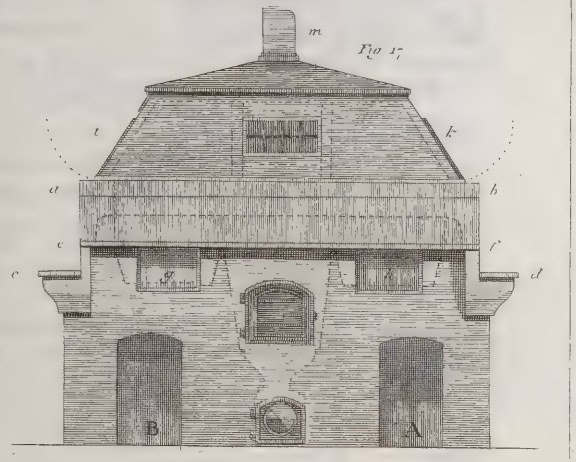


Fig 17.

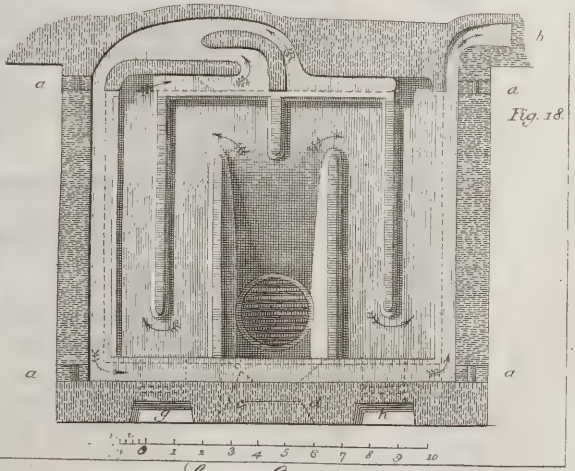
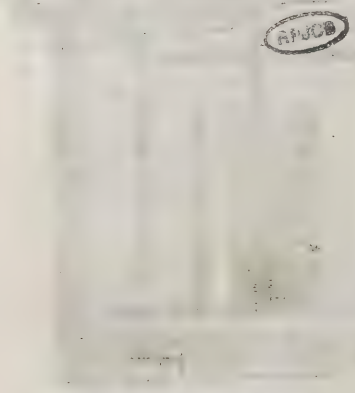


Fig. 18.

Sexto Ensaio



	Experiencia N. 11. com o fogaõ antigo.	Experiencia N. 12. com o fogaõ concert.
	lib. cent.	*lib. cent.*
Quantidade de agua contida na caldeira em libras de Baviera.	43 63 lib.	43, 63 lib.
Temperatura da agua ao começo da experiencia.	59°	60°
Tempo empregado para fazer ferver a agua.	67 min.	30 min.
Lenha consumida para fazer ferver a agua em lib. de Baviera.	9 lib.	3 lib.
Tempo por que a agua continuou a ferver.	2 h. 2 m.	3 hor.
Lenha que se lhe ajuntou para continuar a fervura.	5 lib.	2½ lib.
Especie de lenha empregada.	Pinho.	Pinho.
Resultado exacto.		
A agua de neve aquecida até 180 gr. e que se fez ferver com huma libra de lenha.	4, 02	11, 93
Agua fervente que se manteve no estado de ebuliçaõ por huma hora com huma libra de lenha.	17,74 de lib.	52,36 de lib.

As experiencias seguintes foraõ feitas com caldeiras de cobre (N.os 1. e 2.) de dimensões quasi semelhantes, na cozinha da Academia militar de Munich, depois das mudanças praticadas nesta cozinha. Estas caldeiras eraõ redondas, e assás profundas; o seu pezo era de perto de 62 lib. haver do pezo; ellas pertenciaõ primitivamente á casa de industria, e faziaõ perto de 8 caldeiras, que nos primeiros tempos eraõ aquecidas com o mesmo fogo: as suas dimensões exactas, medidas em pollegadas inglezas, eraõ as seguintes.

		Caldeira N. 1.	Caldeira N. 2.
		Pollegad.	Pollegad.
Diametro	superior	22,66	22,66
	inferior	19,82	20,85
Profundidade		24,72	22,64

No principio de cada experiencia das seguintes, cada caldeira continha precisamente 95 *maas* de agua, medida de Baviera, que pezaõ 187 lib. pezo de Baviera, que saõ iguaes a 232,52 lib. haver do pezo, que he hum pouco menos que 28 gallons de Inglaterra, ou 112 canadas de Paris.

A grelha sobre que se acendia o fogo debaixo das caldeiras era circular e concava, tinha 11 pollegadas de diametro, e os fogões se assemelhavaõ perfeitamente aos que ficaõ des-

descriptos na experiencia N. 11. cada caldeira tinha a sua tampa dobre.

As experiencias feitas com a caldeira N. 11. e os seus resultados foraõ como se segue.

	Exper. N. 13.	Exper. N. 14.	Exper. N. 15.	Exper. N. 16.
	lib.			
Quantidade de agua na caldeira no começo da experiencia.	187	187	187	187
Temperatura da agua da caldeira ao principio da experiencia. . . .	61°	59°	64°	55 $\frac{10}{2}$°
Tempo empregado para	min.	min.	min.	min.
fazer ferver a agua. . .	78	61	61	62
Lenha consumida para	lib.			
fazer ferver a agua. . .	12	11	9	8
Tempo porque a agua	min.	min.	min.	min.
continuou a ferver. . .	17	28	61	
Quantidade de combustivel addida para continuar a fervura. . .	0	0	0	4 lib.
Especie de lenha empregada.	Faia.	Faia.	Pinho.	Pinho.
Resultado exacto da experiencia.				
Agua de neve aquecida até 180 gr., ou até á ebuliçaõ com o calor produzido por huma libra de combustivel. . . .	lib. 12, 89	lib. 14, 15	lib. 16, 89	lib. 20
Agua fervente mantida neste estado por huma hora com o calor produzido pela combustaõ de huma libra de lenha.	0	0	0	108,40

To-

Todas estas experiencias foraõ feitas (13 de Outubro de 1794) pela mesma ordem porque se achaõ numeradas.

O que se segue he o resultado da experiencia feita com a caldeira N. N. 2.

	Exper. N. 17.	Exper. N. 18.	Exper. N. 19.	Exper. N. 20.	Exper. N. 21.
	lib.	lib.	lib.	lib.	lib.
Quantidade de agua na caldeira no começo da experiencia.	187	187	187	187	187
Temperatura da agua da caldeira na mesma época.	61°	58°	60°	55°	212°
Tempo empregado para fazer ferver a agua.	min. 75	min. 55	min. 57	min. 60	0
Lenha consumida para fazer ferver a agua.	lib. 11	lib. 11	lib. 9	lib. 8	0
Tempo porque a agua continuou a ferver.	min. 21	min. 17	min. 8	h. m. 2, 29	h. m. 1, 10
Lenha que se lhe ajuntou para continuar a fervura.	lib. 1	0	0	lib. $3\frac{1}{2}$	lib. $1\frac{1}{2}$
Especie de lenha empregada.	Faia.	Faia.	Pinho.	Pinho.	Faia.
Resultado exacto.					
A agua de neve aquecida a 180 gr., ou elevada á ebuliçaõ com huma libra de lenha.	13, 92	14, 33	17, 59	20, 10	0
A agua fervente mantida neste estado com 1 lib. de lenha.	1	0	0	132, 68	145, 44

Es-

Esta serie de experiencias forão feitas no mesmo dia que as experiencias precedentes (13 de Outubro de 1794) e na ordem em que estão registadas. Na penultima N. 20. a economia do combustivel foi elevada ainda mais longe, que em nenhuma outra experiencia das que eu fiz.

Nas experiencias seguintes, feitas com huma grande caldeira de cobre, pertence a casa de industria, e fabricada, segundo os meus novos principios, a economia do combustivel chegou quasi ao mesmo ponto.

Esta caldeira de fórma circular tinha 42 pollegadas, medida de Inglaterra, de diametro superior, 47,17 pollegadas de diametro inferior, e 18,54 de profundidade. Pezava $78\frac{1}{2}$ haver do pezo, e continha perto de 714 libras, pezo de Baviera (884 haver do pezo) ou 106 gallons de agua na temperatura de 55° (Farenheit).

Estava cercada na parte superior por huma borda da madeira de quasi duas pollegadas de grossura, na qual entrava ao justo; e nesta beira ou borda, havia hum rebaixe de perto de $\frac{1}{4}$ de pollegada de profundo, na qual entrava huma tampa chata de madeira.

Esta tampa era composta de tres peças unidas por charneiras de ferro, huma das peças estava preza á caldeira por hum gonzo, e as ou-

outras arranjadas de modo, que se podiaõ dobrar humas sobre as outras, sendo necessario. Na parte superior da tampa, que estava pegada á caldeira, se achava hum tubo de cobre de duas pollegadas de diametro, munido de huma valvula, donde o vapor passava para hum tubo de madeira muito estreito, que se elevava até ao tecto, e de lá passava á atmosphera.

Para prevenir ainda mais efficazmente a dissipaçaõ do calor, pela cubertura da caldeira, a superficie estava posta ao abrigo do contacto da atmosphera por huma cubertura de lãa muito grossa, de figura circular, guarnecida de hum panno forte pelos lados.

Ainda que o diametro inferior desta caldeira fosse de mais de 40 pollegadas, o do seu fogaõ, posto por baixo do centro, naõ era senaõ de 11 pollegadas: porém como a chama dava duas voltas inteiras debaixo do fundo da caldeira em hum canal de fórma espiral, e huma volta contra as paredes lateraes, o tempo necessario para aquecer, naõ era taõ consideravel como se suppunha, em razaõ da pequenhez do fogaõ.

Esta caldeira era a de que os cozinheiros se serviaõ de melhor vontade, e tem sempre conservado esta preferencia.

Fig. 19

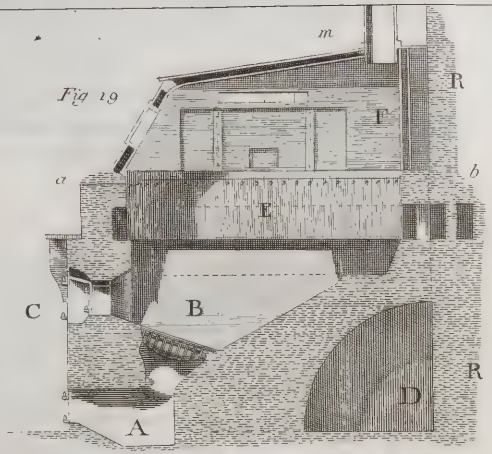
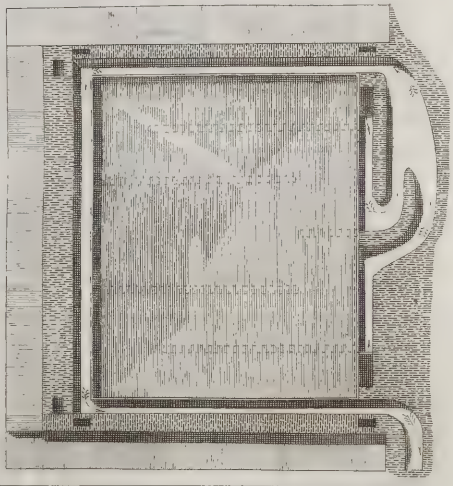


Fig. 20.



Sexto Ensaio

RPJCB

A lenha de que se fez uso nas experiencias seguintes era de abeto mediocremente secca: as achas tinhaõ seis pollegadas de comprimento, e quasi duas de diametro.

A taboa seguinte he o resultado de cinco experiencias, que fiz pouco depois que esta caldeira foi posta na cozinha.

	Exper. N. 22.	Exper. N. 23.	Exper. N. 24.	Exper. N. 25.	Exper. N. 26.
Quantidade de agua na caldeira em libras de Baviera. . . .	508	127	254	508	580
Temperatura da agua no principio da experiencia. . . .	48°	48°	96°	48°	48°
Tempo necessario para fazer ferver a agua.	h. m. 2. 4.	min. 51	h. m. 1. 15.	h. m. 2, 35.	h. m. 3 1.
Lenha empregada para o mesmo fim .	lib. $24\frac{1}{2}$	lib. $8\frac{1}{4}$	lib. $14\frac{1}{4}$	lib. 25	24
Tempo porque a agua continuou a ferver.	3 h.	0	0	3 h.	0
Lenha que se lhe ajuntou para continuar a fervura. . . .	lib. $6\frac{12}{12}$	0	0	lib. $4\frac{1}{2}$	0
Resultado exacto das experiencias com o calor produzido pela combustaõ de huma libra de lenha.					
A agua de neve elevada a 180 gr., ou fervente.	lib. 18, 87	lib. 12, 74	lib. 12, 69	lib. 17, 48	lib. 19, 01
A agua fervente mantida no estado de ebuliçaõ por huma hora.	236,61	0	0	338,66	0

Sem me demorar a fazer observações sobre o resultado destas experiencias (ainda que ellas forneçaõ muitas vistas interessantes) darei huma conta sucinta de outra serie de experiencias, feitas sobre grande escala, com huma caldeira de cobre estabelecida e huma fabrica de cerveja pertencente ao Eleitor.

Esta caldeira rectangular tinha 10 pés de comprimento, 4 de profundidade, 8 de largo, medida de Baviera (1), e continha 8176 maas de Baviera equivalentes a 1866 gallons. Examinando esta caldeira, achei que o seu fogaõ estava construido debaixo de muito máos principios, e informando-me da quantidade de lenha que se consumia para a aquecer, sube que se fazia huma consumaçaõ excessiva.

Servem-se desta fabrica de cerveja para fazer cerveja branca, cuja base he o graõ fermentado de trigo; e como nella se trabalha todo o anno, a consumaçaõ do combustivel he considerabilissima, e a sua economia vinha a ser hum objecto de grande importancia.

A quantidade média de lenha que se consumia diariamente nesta fabrica de cerveja, montava a mais de quatro *clafters*, ou cordas de Baviera, e mudando unicamente o seu fogaõ,

(1) Cem pollegadas de Baviera saõ iguaes a 95 p. $\frac{1}{2}$ de Inglaterra, e 89 $\frac{1}{4}$ de França.

gaõ, e pondo huma tampa de madeira na caldeira, reduzi o consumo a menos de hum *clafter* e meio.

No novo fogaõ que fiz estabelecer para esta caldeira, a cavidade por baixo do vacuo se achava dividida em tres canaes por paredes de tijolo, hum pouco espessas, construidas na direcçaõ do comprimento da caldeira. O canal do meio, que he duas vezes maior, que os canaes lateraes, he occupado pelo combustivel inflamado, e munido de huma grelha de 20 pollegadas de largo, e de 36 pollegadas de comprimento: a abertura por onde se introduz o combustivel no fogaõ está fechada com duas portas de ferro postas por detraz da outra, na distancia de 8 pollegadas. A grelha, que está posta na extremidade anterior do fogaõ; está situada horisontalmente, quasi 12 pollegadas abaixo do fundo da caldeira. O ar que serve para alimentar o fogo, he introduzido por baixo da grelha, mediante hum registo que ha na parte do cinzeiro.

Quando as portas dobles, que tapaõ a entrada do fogaõ, estaõ fechadas, a chama do combustivel se eleva perpendicularmente contra o fundo da caldeira; ella passa ao depois a extremidade do canal do meio que fórma o fogaõ, donde ella se separa para entrar nos dous canaes lateraes: ella se eleva ao depois

nos dous tubos horisontaes postos hum por cima do outro, e que fazem a volta da caldeira; e depois de acabado o circuito se eleva finalmente pelos tubos separados munidos com valvulas, e chega á chaminé.

Ainda que as fig. 17 e 18, Est. III. naõ representem o fogaõ de que eu faço actualmente a descripçaõ, mas outro de que fallarei ao depois, com tudo a inspecçaõ destas figuras póde dar huma idéa dos principios porque se construio o fogaõ de que trato, e a este respeito a ellas envio o leitor.

O combustivel inflamado estando recluso em hum espaço cerrado onde se entretem huma corrente de ar, e estando cercado com paredes de tijolo, que saõ naõ conductores, o calor do fogo he maior, e por consequencia o combustivel se consome melhor. A chama, que he extremamente viva e clara, sem mistura de fumo, passa rapidamente por baixo do fundo da caldeira, que fórma a parede superior dos canaes, e por effeito da resistencia que experimenta na sua passagem, em razaõ do attrito e das voltas que he obrigada a dar, se divide em grande numero de turbilhões, que fórmaõ hum espectaculo assás curioso.

Para melhor gozar desta vista, fiz pôr hum vidro de vidraça na parede da frente do fogaõ pelo qual podia ver o effeito do fogo, quando

as

as portas estavaõ fechadas, e fui bem recompensado do trabalho, e pequena despeza que nisso fiz.

Algumas pessoas acharaõ ridicula esta invençaõ, que poderaõ considerar como pueril, mas estou certo que muitas outras, e ainda grandes physicos, quereriaõ de boa vontade participar do meu divertimento.

A abertura de que fallo he circular, e tem 6 pollegadas de diametro; porém como o buraco praticado na parede he de fórma cónica, muito mais larga por dentro que por fóra, o vidro que o fecha póde fornecer á vista hum espaço assás grande para descubrir tudo o que se passa no fogaõ.

Este buraco cónico he representado na fig. 18 e 21 por linhas pontuadas, e está situado á esquerda da entrada do fogaõ. Na parte exterior do buraco da parede ha hum tubo de cobre muito curto de quasi 6 pollegadas de diametro, e de 4 de comprimento; a este tubo se adapta outro tubo movel, em huma das extremidades do qual está fixo o vidro de figura circular, que fórma a janella. Como a parede na frente do fogaõ he grossa, este disco de vidro fica consideravelmente distante do combustivel inflamado, e jámais se aquece muito, porque naõ ha corrente de ar que lhe leve o calor.

Des-

Descrevi esta pequena invençaõ com tanto mais cuidado, quanto creio que ella póde ser util. Ha muitos casos em que se desejaria saber positivamente o que se passa em hum fogaõ fechado, e isto se naõ póde jámais ver pela porta; porque logo que ella está aberta o ar corre impetuosamente para o fogaõ, e muda toda a economia do fogo. Além desta razaõ he muitas vezes nocivo abrir a porta do fogaõ no curso de hum processo chimico, porque esta abertura he sempre acompanhada de perca de calor; o que he preciso evitar cuidadosamente em muitos casos.

Disse que a janella, cuja descripçaõ fiz, me tinha obtido algum divertimento, mas ella fez mais, forneceo-me informações utilissimas: deo-me occasiaõ de observar o modo, porque se podem dirigir os movimentos interiores da chama, adoptando-se as disposições convenientes, e poder avaliar os seus effeitos com precisaõ; em huma palavra, poz-me em circunstancias de estudar melhor o objecto de que me occupava á tanto tempo, isto he, o fogo: e sobre este objecto particular tudo o que he novo naõ póde deixar de interessar. Voltemos á fabrica de cerveja.

Na parte superior da caldeira se fixou hum quadro de madeira de carvalho de figura rectangular; este quadro tinha quasi 7 pollegadas

das de grossura, e 15 pollegadas de largo; e a parte superior da caldeira está pregada com grandes prégos de cobre no interior do quadrado, que fórma este quadro; sobre esta obra de madeira se elevou hum pequeno edificio, semelhante ao tecto de huma casa, com duas inclinações, o qual devia servir de cubertura á caldeira. Esta cubertura, ou tampa, cujos lados saõ de 3 pés de alto, e cuja sumidade está cuberta por hum tecto plano escarpado para ambos os lados desde o centro, he construido de taboas leves de abeto (de 4 pollegadas em esquadria) cuberto por dentro e por fóra com laminas delgadissimas, e junctas unidamente; para que a cubertura da caldeira encerre o ar o melhor que for possivel, attendendo á materia de que he composta.

Hum tubo de madeira de quasi hum pé de diametro (*m* fig. 17) atravessa esta tampa e sóbe até o tecto da casa, he munido de huma valvula de madeira, e destinado a dar sahida aos vapores.

Nas duas faces oppostas desta cubertura, junto ao lugar por onde o mosto sahe para entrar na caldeira, ha duas grandes portas de madeira (*i* e *k* fig. 17) que se levantaõ por meio de cordas, que passaõ em roldanas prezas ao forro do tecto da casa.

Ha

Ha mais duas janellas (veja-se a fig. 17.) situadas nos lados oppostos da cobertura, por meio das quaes se póde ver tudo o que se passa na cuba, e na superficie do liquido, sem que seja necessario abrir cousa alguma; porém isto só póde ter lugar depois que a effervecencia do liquido tem feito transparente o espaço que lhe fica acima.

Devem-se tomar duas precauções no uso deste apparato: huma de naõ abrir jámais as portas ou janellas da tampa ou cubertura, sem ter aberto préviamente a valvula do conductor, ou cano dos vapores; a naõ haver esta precauçaõ os vapores sahiriaõ impetuosamente pela parte em que se acha o observador, e poderiaõ queimallo. A outra precauçaõ he de naõ abrir jámais a porta do fogaõ, senaõ depois de ter levantado inteiramente a valvula, que modifica a sahida do fumo, ou fechado absolutamente o registo da porta do cinzeiro, sem que o fumo, e algumas vezes a mesma chama, sahiria pela porta. Estas precauções saõ necessarias em todos os fogões construidos, segundó os meus principios.

Para naõ fatigar o leitor com relações de circunstancias talvez demasiado minuciosas, dar-lhe-hei em resumo o resultado de huma serie de experiencias, que me custaraõ muito

to trabalho, ou ao menos mais tempo do que o leitor gastaria em ler todos os Ensayos que tenho escripto na minha vida. Conheço que algumas vezes sou demasiado prolixo para o gosto do seculo, porém rogo que se lembrem naõ ser indifferente o objecto das minhas pesquizas; e eu o supponho inteiramente connexo á felicidade, e a todos os prazeres do genero humano. O habito de meditar sobre este objecto, e de reflectir sobre a sua grande utilidade tem feito nascer em mim huma especie de enthusiasmo, que já me naõ permite tractar esta materia friamente, ainda que os meus sentimentos a este respeito sejaõ differentes dos de meus leitores.

Já dei huma circunstanciada conta da experiencia que fiz (aos 15 de Abril de 1795) com a caldeira que acabo de descrever (veja-se a pag. 89) agora passo a recapitular os resultados geraes desta experiencia, e a comparallos com os resultados médios de outras duas experiencias feitas com a mesma caldeira.

	Exp. N. 27.	Exp. N. 28.
	lib.	*lib.*
Quantidade de agua contida na caldeira.	12, 508	12, 508
Temperatura da agua no começo da exper.	60°	58°
Tempo empregado para fazer ferv. a agua.	3 h. 40 m.	3 h. 48 m.
Combustivel empregado para este fim.	800 lib.	825 lib.
Tempo por que a agua continuou a ferv.	2 h. 43 m.	0
Combustivel empregado para entreter a ebuliçaõ.	100 lib.	0
Quantidade de combustivel.	Pinho.	Pinho.
Resultado exacto da experiencia.		
Quantidade de agua de neve que póde ser levada á temperatura de 180 gr., ou á ebuliçaõ com huma libra de lenha.	12, 06	12, 70
Tempo necess. para produzir este effeito (em Munich) com a proporçaõ requerida de combustivel.	4 h. 20 m.	4 h. 20 m.
Quantidade de agua que se manteve ferv. por 1. hora com 1. lib. de lenha de pinho, ou de abeto.	lib. 339, 80	0

Com-

Comparando o resultado destas experiencias com os que obtive, usando das caldeiras da casa de industria, e da Academia militar, me inclinei a suppor, que a caldeira, ou fogaõ da fabrica de cerveja, e talvez hum e outro, eraõ susceptiveis de mudanças vantajosas; porque em algumas destas expiriencias, feitas com pequenas caldeiras, a economia do combustivel se tinha elevado a hum tal ponto, que com o calor produzido pela combustaõ de huma libra de lenha de abeto, se tinha feito ferver 20 libras de agua de neve, quando o resultado da ultima experiencia feita com huma caldeira muito maior, tinha provado, que a combustaõ de huma libra de lenha só tinha feito ferver 13 libras de agua de neve; ainda que eu quizesse concluir (talvez com demasiada precipitaçaõ) que quanto maior he o vaso, destinado para aquecer os liquidos, mais combustivel se devia economisar.

As experiencias N. N. 22, 25, e 26 feitas com as maiores caldeiras das cozinhas, me tinhaõ na verdade dado lugar a suppor, que (depois de certos limites) a maior porçaõ de huma caldeira naõ tendia a diminuir a consumaçaõ do combustivel, quando se trata de aquecer agua; porém como todas as outras minhas experiencias tendiaõ a for-

tificár a opiniaõ; que eu tinha concebido no principio, estava disposto a crer, que outra cousa qualquer, que naõ fosse a verdadeira, tinha contribuido para produzir os effeitos inesperados, que tinha observado.

Confesso que me mortificou bastante o achar, que a caldeira da fabrica de cerveja, a pezar das suas grandes dimensões, e de todos os cuidados que empreguei para fazer construir o seu fogaõ da maneira mais vantajosa, em lugar de corresponder ás minhas esperanças, exigia huma consumaçaõ de combustivel proporcionalmente maior que aquéloutra caldeira, construida segundo os mesmos principios, porém quasi 50 vezes menor. Este resultado inesperado me embaraçou consideravelmente, e confesso que tive a fraqueza de me sentir hum pouco, sem com tudo me desanimar. Examinando a caldeira grande, vi que o seu fundo era grosissimo comparativamente ao fundo das caldeiras pequenas, feitas de fõlha de cobre muito delgada; supputz que esta differença poderia ser a causa, ou ao menos, huma das causas, que tinhaõ feito a consumaçaõ do combustivel maior do que eu esperava. Como na vizinhança havia huma fabrica de cerveja pertencente a S. A. Eleitoral, na qual se devia pôr huma nova caldeira, aproveitei esta occasiaõ para fazer huma ex-

pe-

periencia que naõ sómente decidio a questaõ, mas estabeleceo ao mesmo tempo hum facto relativo ao calor, cuja descuberta era da maior importancia.

Obtive de S. A. E. a permissaõ de dispor o aparato desta fabrica de cerveja da maneira que julgasse mais conveniente: resolvi empregar todos os meus cuidados para fazer o seu mecanismo interior o mais perfeito que fosse possivel, principalmente em tudo quanto dissesse respeito á economia do combustivel. Segundo a pratica usual de fazer a cerveja em Baviera, toda a parte da operaçaõ, durante a qual se precisa do intermedio do fogo, deve principiar e acabar dentro do espaço de 24 horas; de maneira que a economia do tempo, para fazer aquecer a agua, e ferver o mosto, era objecto de taõ grande importancia, como a economia do combustivel, e exigia por consequencia huma attençaõ particular.

Os meios que empreguei para conseguir estes dous fins, ficaráõ evidentes pela descripçaõ, que vou a fazer, da caldeira e do seu fogaõ: este aparato he representado com grande miudeza nas Est. III, IV, e V.

A caldeira tem 12 pez de Baviera (1) no com-

(1) O pé de Baviera he $4\frac{1}{4}$ por cento menor que o pé Inglez.

comprimento 10 péz de largo, e dous sómente de profundidade: as folhas de cobre, de que he feita, saõ excessivamente delgadas, vistas as suas grandes dimensões, tem menos de $\frac{1}{10}$ de pollegada de grossura média: esta caldeira naõ pezava mais que 674 lib. de Baviera, isto he, 834 lib. $\frac{1}{4}$ *haver do pezo*, naõ comprehendendo 64 lib. de prégos de cobre com que se cravavaõ as folhas do mesmo metal.

A parte superior da caldeira, he cingida por hum quadro grosso de madeira de carvalho (*a*, *b* fig. 17) a que está fixa por grandes prégos de cobre: sobre esta caldeira ha hum tecto, ou cubertura permanente, totalmente semelhante áquella de que já dei a descripçaõ. O fundo da caldeira he chato e descança horisontalmente sobre a parte superior das pequenas paredes de tijolo, que dividem o fogaõ em differentes canaes (veja-se a fig. 18) Estes canaes naõ saõ dirigidos, segundo o comprimento da caldeira, mas segundo a largura; consequentemente a porta do fogaõ corresponde ao meio da caldeira.

As folhas de cobre, que formaõ o fundo deste vaso tem a mesma direcçaõ dos canaes, e a largura he tal, que as juntas descançaõ sobre as paredes dos canaes, excepto sobre a do canal do meio que he duas vezes mais largo,

go, que outros; por consequencia huma das juntas fica descuberta por quasi todo o seu comprimento. As folhas de cobre que se puzeraõ nesta parte da caldeira, saõ mais grossas que as outras, tem precisamente 0,118 de pollegada ingleza de grossura.

O fogo he acezo por baixo da caldeira no canal do meio, o qual, como já observei, he quasi duas vezes mais largo que outros. Ha cinco canaes debaixo da caldeira; a saber, hum no meio de 44 pollegadas de largura na parte superior e que fórma o fogaõ; e dous de cada lado, nos quaes a chama circúla, hum de 20 pollegadas de largo, e outro de 19.

Os canaes lateraes tem 14 pollegadas e meia de profundidade: porém como as paredes que as separaõ saõ mais asperas em baixo do que em cima, na parte onde a caldeira está em contacto com ellas, a largura destes canaes em baixo naõ hé senaõ de 13 pollegadas: as suas paredes saõ designadas pelas linhas pontuadas fig. 17.

As paredes que separaõ os canaes naõ chegaõ absolutamente de hum lado da caldeira ao outro: ha huma abertura na extremidade de cada hum delles igual á largura dos pequenos canaes, por que a chama passa de hum lado ao outro sem deixar o fundo da caldeira.

Ace-

Acezó o fogo debaixo da grelha circular no canal do meio (veja-se a fig. 18) a chama passa, e se dirige até á extremidade do canal, e dividindo-se depois para a direita e para a esquerda, chega adiante aos canaes adjacentes: chega á parede, que sustém a caldeira pela frente, se torna a voltar a direita e a esquerda, e entrando nos dous canaes exteriores, os decorre até á frente posterior da caldeira.

Antes de se concertar o fogaõ a chama sahia por duas aberturas feitas na parede que sustentava o fundo da caldeira; e as duas correntes da chama depois de reunidas entravaõ em hum ducto de 7 pollegadas de largura, e de 16 de altura, que volteava ao redor da caldeira. A chama passava depois para o fumeiro por outro canal onde havia huma valvula.

Pela descripçaõ que acabo de fazer, se conhece que a chama, e o fumo produzido pela combustaõ da lenha, ao passar por estes differentes canaes, correm perto de 70 pez, sempre em contacto com a superficie da caldeira, antes que sáiaõ pela chaminé.

Julguei que este espaço era sufficiente para dar aos fluidos occasiaõ de communicar á caldeira todo o calor de que se podiaõ privar de todas as difficuldades que se oppoem a esta communicaçaõ; e eu concluo, que os con-

contactos entre estes fluidos quentes, e a caldeira se multiplicavaõ pelas differentes voltas e turbilhões da chama, occasionados pela mudança de direcçaõ nos canaes postos por baixo e ao redor da caldeira.

Todas as experiencias que se fizeraõ com esta caldeira foraõ dirigidas com a maior attençaõ, e como os seus resultados saõ curiosos, e importantes em muitos sentidos, assentei que os devia expor circunstanciadamente.

Relaçaõ das experiencias feitas em Munich a 10 *de Outubro de* 1796 *com a nova caldeira na fabrica de cerveja chamada Neuheusel, pertencente a S. A. S. Eleitoral: o tempo bom, o barometro na altura das* 28 *pollegadas, medida de Inglaterra; o thermometro de Farenheit em* 36 *gr.*

		pez.	*p. mill.*	
Dimensões da caldeira em pez, e pol. de Inglaterra.	comprimento	11,	6,	02
	largura	9,	7,	723
	profundidade	2,	0,	205

A caldeira poderia conter, estando cheia até ás bordas, 14.163 libras de agua, pezo de Baviera, na temperatura de 55° que equivale a 17540 lib. haver do pezo, ou ao volume de 2099 *gallons.*

Pez. de Bay.

A caldeira continha realmente no principio de cada huma das duas experiencias seguintes. } 8120 lib.

Ou 10,056 lib. haver do pezo, ou quasi 1204 *gallons*.

A lenha que servio nas experiencias seguintes, era de Abeto mediocremente secco, as achas tinhaõ 3 pez, e 8 pollegadas medida de Inglaterra.

Pri-

Primeira experiencia com a nova caldeira.

Experiencia N. 29.

Tempo	Lenha que se metteo no fogão.		Temperat. da agua na cald.
antes do meio dia.	N. de achas.	Pezo das dit.	Em g. do Ter. de Farenheit.
11 h. 31 m.	10	50	50°
46	15	25	54
12 0 dep. do m. dia	5	25	64
10	5	25	67
36	0	0	85
40	4	25	0
53	5	25	96
1 12	7	25	105
21	10	50	110
46	10	50	129
58	40	50	0
2 17	46	50	156
29	0	0	164
34	10	50	0
41	0	0	173
49	0	0	180
58	40	50	185
3 15	12	50	197
26	20	25	205
3 35	0	0	agua ferv.

Tempo empregado 4 h. 4 minutos, lenha consumida 575 lib.

Tendo esgotado a agua, e substituindo-lhe outra fria, se repetio a experiencia da maneira seguinte.

Experiencia N. 30.

Tempo.	Quantidade de combustivel que se metteo no fogaõ.		Temperat. da agua na cald.
Dep. do meio dia.	N. de achas.	Pezo das dit.	Gráos no T. de Farenheit.
4 h. 41 m.	40	50	60
50	40	50	72
5 4	10	50	86
16	10	50	99½
29	10	50	114
42	10	50	126
56	40	50	142
6 10	40	50	157
24	40	50	0
28	0	0	172
40	40	50	0
42½	0	0	185½
53	40	50	0
55	0	0	198
7 2	0	0	agua ferv.

Tempo empregado 2 h. 26 minutos, lenha consumida 550 lib.

Tirada esta agua para fóra, se encheo immediatamente a caldeira com agua fria, e nesta terceira experiencia se elevou a quantidade de agua até 11368 lib. pezo de Baviera, igual a 14078, haver do pezo, ou 1685 gallons.

O resultado da experiencia foi o seguinte.

Ex-

Experiencia N. 31.

Tempo	Quantidade de lenha que se metteo no fogaõ.		Temperatura da agua.
Dep. do meio dia.	N. de achas.	Pezo das dit.	Gráos do Ter. de Farenheit.
8 h. 51 m.	80	100	65° $\frac{1}{2}$
9 7	40	50	79
21	40	50	90
44	40	50	107
57	40	50	118
10 14	40	50	130
28	40	50	140
45	40	50	155
11 0	40	50	165
15	40	50	175
30	40	50	182
45	40	50	200
11 58	0	0	agua ferv.

Tempo empregado 3 h. 7 minutos, lenha consumida 650 lib.

A taboa seguinte contém o resultado das tres experiencias seguintes, de maneira clara e satisfactoria.

Quan-

	Exper. N. 29.	Exper. N. 30.	Exper. N. 31.
Quantidade de agua contida na caldeira ao principio da experiencia em lib. de Baviera.	8120	8120	187
Temperatura da agua no principio da experiencia. .	50°	60°	65° $\frac{1}{2}$
Tempo empregado para fazer ferver a agua. . . .	h. m. 4 4	h. m. 2 26	h. m. 3 7
Lenha de abeto consumida para fazer ferver a agua em lib. de Baviera. . . .	575	550	650
Resultado exacto da experiencia.			
Quantidade de agua de neve que se poderia ter aquecido 180 gr., ou elevada á ebulição com o calor produzido pelo consumo de huma libra de combustivel.	lib. 12, 54	lib. 12, 28	lib. 14, 59
Tempo necessario, segundo o resultado da experiencia, para ferver a agua de neve com a proporçaõ dada de combustivel.	h. m. 4 31	h. m. 2 59	h. m. 3 35

Admirei-me, comparando o resultado destas experiencias com as que tinha feito na outra fabrica de cerveja, por ver quaõ pouco melhorava com as mudanças que tinha adoptado: porém examinando com maior cuidado es-

este ponto, achei ganhar nas mudanças muito mais do que tinha imaginado, tanto relativamente á economia do combustivel, como á economia do tempo necessario para fazer ferver a agua. Estas vantagens ficarão patentes pelas comparações que vou a fazer entre os resultados médios de humas, e de outras experiencias.

Resultados exactos das experiencias precedentes.

	Quantidade de agua de neve elevada á ebulição com huma lib. de combustivel.		Tempo necessario para fazer ferver a agua, segundo o resultado das experiencias.	
Primeira serie.	*lib.*	*cent.*		
Experiencia N. 27.	12	06	4 h.	20 m.
Experiencia N. 28.	12	70	4	20
Somma.	24	76	8	40
Termo médio.	12	385	4	20
Segunda serie.				
Experiencia N. 29.	12	54	4	31
Experiencia N. 30.	12	28	4	29
Somma.	24	82	8	60
Termo médio.	12	41	4	30

Os resultados médios destas duas series de experiencias differem muito pouco na aparencia, e he a sua mesma aproximaçaõ, que próva, que a nova caldeira, convém melhor para a economia do combustivel, do que a antiga.

Comparando o resultado das experiencias feitas com a mesma caldeira porém com differentes quantidades de agua se achará, que o consumo do combustivel foi tanto menor, quanto era maior a quantidade de agua. Na experiencia N. 23, em que se empregáraõ sómente 127 lib. de agua, indicou o resultado, que 12,74 lib. sómente de agua de neve podiaõ ser elevadas á fervura com o calor produzido pela combustaõ de huma lib. de lenha; mas na experiencia N. 26, feita com a mesma caldeira, em que se lançou quatro vezes mais agua, isto he, 508 lib., o resultado foi, que 19, 01 lib. de agua de neve foraõ elevadas á fervura pela combustaõ de huma libra de lenha.

Como na primeira serie de experiencias que nós comparamos a quantidade de agua (12508 lib.) era muito maior, que a da segunda serie (que naõ era senaõ 8120 lib.) he evidente, que se o mecanismo do fogaõ, e o arranjamento do fogo tivessem sido perfeitos em ambos os casos a economia do combus-

bustivel teria sido maior quando se empregasse mais agua, isto he, na primeira serie de experiencias: porém como o resultado foi differente, he certo que a caldeira que servio na segunda serie de experiencias he mais conveniente para economisar o combustivel, do que a caldeira que servio na primeira experiencia.

Porém naõ ha necessidade de ir taõ longe para obter provas deste facto. O resultado da experiencia N. 31 he sufficiente para dissipar todas as duvidas a este respeito. Nesta experiencia, em que a quantidade de agua (ainda que muito menor do que a da primeira serie de experiencias) foi elevada de 8120 a 11368 lib. a economia do combustivel augmentou de modo, que próva decididamente a superioridade da nova caldeira.

	Quantidade de agua fria elevada á ebulição com huma libra de combustivel.		Tempo necessario para fazer ferver a agua de neve, segundo o resultado da experiencia.	
Resultados exactos.	*lib.*	*cent.*		
Os da experiencia N. 31. foraõ. . . .	24,	59	3 h.	37 m.
O termo médio das experiencias N.N. 27, e 28.	14,	385	4	20

A differença do consumo de combustivel nas duas experiencias, feitas com estas duas caldeiras, he assás consideravel; chega a mais de 14 por cento, e seria ainda maior, se se tivesse deixado aquecer por mais tempo a agua na experiencia que se fez com a nova caldeira; porque he facil de provar (como fica claramente indicado no curso das experiencias) que na fervura dos liquidos a quantidade de combustivel empregado será tanto menor, *ceteris paribus*, quanto for mais dilatado o tempo que nisto se gastar; ou, o que he o mesmo, quanto menor for o fogo; logo póde-se estar certo, que a economia do combustivel, proveniente de huma maior duraçaõ de tempo para chegar ao fim proposto, será tanto

mais

mais consideravel quanto á construcçaõ do fogaõ se aproximar mais á perfeiçaõ, e que os meios empregados para impedir, que o calor se naõ dissipe, forem mais efficazes.

Ainda que os resultados geraes destas duas series de experiencias me tivessem fornecido razões sufficientes para concluir que as mudanças, que tinha adoptado na disposiçaõ da nova caldeira, eraõ realmente vantajosas: entretanto, quando comparava a quantidade de combustivel consumido nas experiencias feitas com este vaso, com as quantidades muito menos consideraveis (proporcionalmente ao volume de agua) que tinha empregado nas minhas experiencias precedentes feitas com as caldeiras das cozinhas, me vi embaraçado, por algum tempo, para poder explicar a razaõ desta differença. No curso de todas as minhas experiencias com vasos de differentes dimensões, desde a mais pequena caçaróla até a maior caldeira da cozinha, observei constantemente, que tanto mais consideravel era a quantidade de agua, que se pertendia aquecer, menor quantidade de lenha se precisava (sendo as outras circunstancias as mesmas); e este prejuiso estava de tal modo arranjado no meu espirito, que sobrevindo fortissimas razões de duvidar eu lhe prestava muito pouca attençaõ.

Ao depois de ter feito inutilmente muitas supposições para explicar o effeito que via, e de que eu naõ podia achar a causa me vi, por assim dizer, obrigado a deixar a minha opiniaõ antiga, e fiquei convencido, de que eu olhava como huma lei geral da natureza, o que naõ era senaõ hum acontecimento parcial em certos casos. Porque ainda que no aquecer dos liquidos haja ordinariamente alguma vantagem, relativamente á economia do combustivel, aquecendo maior quantidade de liquido ao mesmo tempo; com tudo se a quantidade do liquido, que se deve aquecer, se eleva a certa proporçaõ, esta vantagem cessa, e se faz huma despeza de combustivel, proporcionalmente maior do que se faria, sendo o liquido em menor quantidade.

Naõ pertendo fixar determinadamente a gradeza que deve ter huma caldeira para obter o *maximum* da economia do combustivel. Entretanto tenho razões para crer, que naõ deverá exceder as proporções de algumas das caldeiras de cozinha de que me tenho servido no curso das minhas experiencias. Porém como prometti naõ enunciar a minha opiniaõ sem dar as razões em que ella se funda, eu as explico.

Em huma experiencia de que já fiz mençaõ (N. 3) 7 lib. de agua na temperatura de 58 gr.

58 gr. foraõ elevadas á fervura em huma caçaróla fabricada, segundo os melhores principios, posta em fogaõ fechado; consumio-se nisto huma lib. de lenha. O resultado exacto da experiencia dá 6,68 lib. de agua de neve, elevada á ebuliçaõ com huma lib. de combustivel.

Em outra experiencia (N. 12) feita com huma das caldeiras pequenas, pertencentes á Academia militar, e estabelecida segundo os mesmos principios, 43,63 lib. de agua na temperatura de 60 gr. foraõ elevadas á ebuliçaõ com 3 lib. de lenha, o que dá 11,93 lib. de agua de neve elevadas á fervura com huma lib. de combustivel.

Na experiencia (N. 20) que se fez com a maior caldeira que havia na mesma cozinha, e cujo aparato era o mesmo, 187 lib. de agua na temperatura de 58 gr. se elevaraõ á ebuliçaõ pela combustaõ de 8 lib. de lenha, o que dá 20,10 lib. de agua de neve elevadas á ebuliçaõ com huma lib. de lenha: naõ me foi possivel adiantar mais a economia do combustivel.

Na experiencia (N. 26) servio huma caldeira, que eu fiz fabricar com o fim unico de determinar até onde se poderia levar a economia do combustivel nos processos ordinarios da cozinha: esta caldeira tinha sido

dis-

disposta com o maior cuidado, segundo os novos principios. Como eu naõ julgava que era preciso huma grande caldeira para economisar o combustivel, esta podia conter 424 canadas de Paris. Na experiencia de que fallo, se lançáraõ na caldeira 508 lib. de agua, pezo de Baviera, na temperatura de 48 gr. Para fazer ferver esta agua se consumiraõ 24 lib. de lenha, o que dá 19,01 lib. de agua de neve elevada á ebuliçaõ com huma lib. de combustivel, donde parece que a consumaçaõ do combustivel foi maior nesta experiencia, do que na outra de que fallei acima.

Em fim na experiencia (N. 31) em que se aqueceraõ 11368 lib. de agua, na nova caldeira da fabrica de cerveja, houve 950 lib. de lenha consumida, e como a temperatura da agua era no principio da experiencia 65 gr. e meio, isto dá para resultado exacto da experiencia 14,59 lib. de agua de neve elevadas á fervura com o calor produzido pela combustaõ de huma lib. de lenha.

Como as quantidades relativas de combustivel empregado no curso destas experiencias, estaõ na razaõ inversa dos numeros que exprimem as quantidades de agua de neve, que pelo resultado exacto de cada experiencia podiaõ aquecer-se 180 gr., isto he, ser elevadas á ebuliçaõ (havendo huma pressaõ mé-

média de atmosphera ao nivel do mar) com o calor produzido por huma lib. de combustivel, he evidente que estes numeros indicaõ exactissimamente até que gráo se elevou a economia do combustivel das differentes experiencias.

Logo póde-se determinar brevemente a economia do combustivel para aquecer os liquidos, segundo as qualidades relativas destas mesmas experiencias, attendendo á taboa seguinte.

	Quantidade de agua que se aqueceo na experiencia em libras de Baviera.	Gráo a que se elevou a economia do combustivel.
	lib.	
Experiencia N. 1	7, 93	6, 68
N. 2	43, 63	11, 93
N. 16	187,	20, 10
N. 26	508,	19, 01
N. 31	1136,	15, 59

Antes que deixe esta materia, notarei que a causa das aparencias observadas nas experiencias póde, ao que me parece, ser attribuida a esta propriedade da chama, que a constitue naõ conductor do calor; porque se as differentes particulas da chama naõ communicaõ o seu calor senaõ aos corpos com que estaõ em contacto, a quantidade de calor

lor, que delles se separa he, naõ como o volume, nem consequentemente como a quantidade de combustivel consumido, mas sim como a superficie. E como a superficie da chama nos fogões de figuras semelhantes he proporcionalmente maior nos fogões pequenos do que nos grandes; porque as superficies dos corpos semelhantes estaõ entre si, como os quadrados dos lados correspondentes, entretanto que o seu volume he como o cobo dos mesmos lados; he logo evidente que se deve communicar á caldeira proporcionalmente menos calor, relativamente á quantidade, que póde produzir o combustivel, quando a caldeira, e o seu fogaõ têm grandes dimensões, do que sendo estes feitos com proporções menores.

Comtudo ha outras circunstancias a que he preciso attender, quando se pertende determinar os effeitos das proporções dos aparatos necessarios para o aquecimento dos liquidos: huma destas circunstancias, que tem muita influencia, he o calor absorvido pelas paredes do fogaõ. Esta perca será indubitavelmente tanto menor, quanto o fogaõ for maior; porém he difficil determinar o ponto onde a economia de huma parte fica contrabalançada pela perca da outra, e onde o augmento, ou diminuiçaõ do aparato produzirá huma perca

ca real de calor. Mas com tanto que se attenda á conduçaõ do fogo, e que o consumo do combustivel forneça a maior quantidade de calor possivel (o que se póde fazer muito melhor nos fogões grandes, do que nos pequenos), como a parte do calor que se evapora em fumo fica realmente perdida, hum termometro posto na chaminé poderia indicar com certo gráo de precisaõ a perfeiçaõ ou os defeitos do fogaõ.

Sabe-se muito bem, que o fumo que se eleva nas chaminés dos fogões fechados, feitos para as caldeiras grandes, he muito mais quente, do que o que sahe dos fogões menores; e me admiro que este facto, conhecido por mim ha muito tempo, me naõ tivesse induzido a suspeitar que a perca do combustivel era proporcionalmente maior nos fogões grandes, do que nos pequenos.

Além das experiencias de que tenho dado conta, se fizeraõ outras muitas com a nova caldeira da fabrica de cerveja, entre as quaes, foraõ quatro dias successivos no trabalho ordinario do estabelecimento, e se achou que se tinha consumido muito menos combustivel nestes ensayos, do que se empregou para fazer a mesma quantidade de cerveja na outra fabrica, que eu tinha feito concertar antes. Porém ainda que a mudança de fórma,

a diminuiçaõ da grossura, ou densidade do metal, que tinha adoptado que fiz construir a nova caldeira, bem como a maneira de a collocar, tivessem produzido huma grande economia de combustivel, entretanto ella naõ era acompanhada de economia do tempo proporcionada para elevar a agua á ebuliçaõ. Eu me tinha lisongeado de que fazendo a caldeira muito delgada e pouco profunda, faria ferver a agua que ella continha com assás promptidaõ; porém naõ tinha considerado quanto tempo era necessario para consumir o combustivel preciso para aquecer taõ grande quantidade de agua; porque a minha seria menos positiva á quantidade de calor produzido em hum tempo dado, estando na mesma razaõ que o combustivel consumido, esta razaõ depende em grande parte das dimensões do fogaõ. Logo querendo aquecer-se huma grande quantidade de agua, ou de outro liquido em muito pouco tempo, deve o fogaõ ser grandissimo, ou o que seria melhor, segundo penso, seria preciso que houvesse dous ou tres fogões separados, postos debaixo da mesma caldeira, e que ella fosse larga, e pouco funda, para que se pudessem fazer muitos canaes destinados a receber os differentes fogos, cuja chama e fumo pudessem circular separadamente por baixo do fundo da caldeira.

A combustaõ da lenha, e outras substancias inflamaveis, e por consequencia a geraçaõ e consumaçaõ do calor, podem acelerar-se consideravelmente no mesmo fogaõ facilitando-se o que chamaõ vulgarmente conducçaõ o que se póde fazer augmentando a altura da chaminé, ou alargando a passagem, que communica ao fumeiro, e deixando a valvula aberta, quando esta passagem he demasiadamente estreita; ou em fim, diminuindo o comprimento dos conductos horisontaes.

O Mestre da fabrica de cerveja mostrou algum desejo de que se achasse meio para fazer ferver a agua mais promptamente na nova caldeira; pelo que, fiz huma mudança no fogaõ, que correspondeo exactamente a este fim.

Mas, além do motivo de servir ao Mestre da fabrica, que naõ tinha em vista senaõ concluir o seu trabalho o mais promptamente, que lhe fosse possivel; tive outro fito muito mais importante, a que me propuz. Tinha tido occasiaõ de suspeitar, que os canaes feitos em roda das caldeiras grandes naõ serviaõ para outra cousa mais do que para impedir, que o calor se naõ extraviasse pelos lados, o que se poderia effeituar por outros meios sem tanto aparato: desejava conhecer por huma experiencia decisiva a vantagem

real destes canaes, ou a economia do combustivel que produziaõ. Como estava persuadido, que suprimindo o canal, que passava em torno da caldeira se augmentaria o consumo do combustivel, conclui que se a minha opiniaõ, sobre a pequena vantagem, que se podia obter destes conductos lateraes, fosse bem fundada o augmento de calor proveniente da acceleraçaõ da combustaõ occasionada pelo augmento da conducçaõ que aconteceria abrindo, ou supprimindo estes canaes lateraes contrabanlançaria amplamente a perca destas vantagens; e que o tempo empregado para aquecer a agua seria realmente menor do que d'antes era.

A experiencia seguinte mostrará até que ponto era, ou naõ bem fundada a minha opiniaõ.

Experiencia N. 32.

Fechado o canal que rodeava a caldeira nova, puz dous tubos (*a* e *b* fig. 21) na extremidade dos dous canaes exteriores, e dos que passavaõ por baixo da caldeira: estes tubos, munidos de valvulas tinhaõ por fim o fazer passar o fumo directamente da parte inferior da caldeira para a chaminé. A experiencia N. 31. que tinha sido feita com a mesma caldeira antes que se fechassem os canaes late-

Fig 24

Fig 23

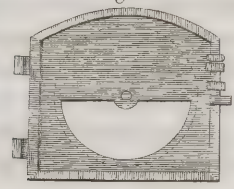
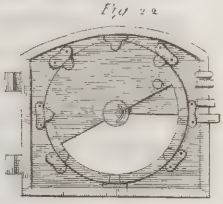
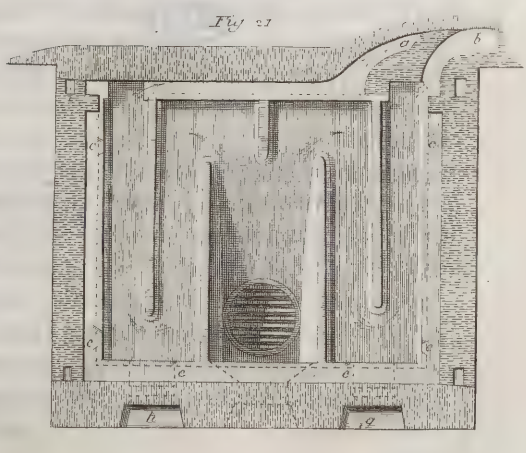


Fig 22



6 12 24 Polleg adas Inglezaz

Fig 21



Sexto Ensaio.

RPJCB

teraes, foi repetida com toda a cautéla, para determinar o effeito que podia produzir a supressaõ destes canaes. A quantidade de agua na caldeira, e a sua temperatura no principio eraõ as mesmas: a lenha que servio, foi tirada da mesma pilha, e se introduzio no fogaõ a mesma quantidade, e nos mesmos intervallos de tempo; em huma palavra, todas as circunstancias eraõ iguaes em ambas as experiencias, á excepçaõ das mudanças, que se tinhaõ feito no fogaõ. Como o comprimento dos tubos, por onde a chama e o fumo eraõ obrigados a passar: para chegar á chaminé, se diminuido por metade, ou reduzido de 70 a 30 pés, se augmentou consideravelmente o consumo do combustivel, o que se conheceo naõ sómente pela dobrada actividade com que a lenha se gastava, mas por outra circunstancia, que me parece dever referir. Antes de fechar o canal, que passa em torno da caldeira, se se mettia demasiado combustivel no fogaõ, naõ sómente se naõ queimava com viveza, porém algumas vezes o fumo, e mesmo a chama, sahiaõ pela porta do fogaõ ainda mesmo estando levantada a valvula da chaminé; porém fechado o canal, quasi naõ era possivel sobrecarregar o fogaõ, e o combustivel se queimava com a maior actividade.

De-

Devo informar o leitor, que posto que estivesse fechada a entrada do canal, que rodeava a caldeira exteriormente, e que se tivesse aberto ao fumo hum caminho mais curto para passar para a chaminé, entretanto a cavidade do canal ficou intacta, e por meio das aberturas (*c. c. c. c. c.* fig. 21. Est. V.) de quasi 6 pollegadas em quadro, feitas na parede que separava o antigo canal fechado dos canaes, que estavaõ por baixo da caldeira, a chama podia passar para esta cavidade, e abraçar o exterior do vaso. Esta invençaõ que eu desejava fosse adoptada em todas as caldeiras, naõ sómente impede que o calor do liquido contido na caldeira se naõ escape pelos lados, porém contribue igualmente a aquecello; e como as aberturas dos lados naõ impedem sensivelmente o movimento da chama, naõ podem por isso causar damno algum á operaçaõ.

Como as duas experiencias, cujos resultados vou comparar, foraõ feitas com o maior cuidado, e que saõ por muitas razões, interessantissimas, eu as explicarei com clareza.

Qua-

Quadro comparativo das duas experiencias feitas com a nova caldeira da Fabrica de Cerveja.

O tempo se conta desde o principio da experiencia, e foi o mesmo em ambas as experiencias. Quantidade de agua na caldeira.

Temp. desde o princip. da Experiencia.		Combustivel que se poz no fogaõ.		Calor da agua na caldeira.	
H.	M.	Numero de achas.	Quantid. do pezo.	Exp. N. 31. can. abert.	Exp. N. 32 can. fechad.
		Numer.	Lib.	Gráos.	Gráos.
		80	100	$65\frac{1}{2}$	$65\frac{1}{2}$
	16	40	50	79	82
	30	40	50	90	94
	53	40	50	107	110
1	6	40	50	118	112
1	23	40	50	130	135
1	37	40	50	140	147
1	54	40	50	155	160
2	9	40	50	165	171
2	24	40	50	175	182
2	39	40	50	182	191
2	54	40	50	200	0
2	59	0	0	0	Fervendo.
3	7	0	0	Fervendo.	

O resultado destas duas experiencias me fez conhecer que naõ tinha perdido cousa alguma, relativamente á economia do combustivel, fechando o canal exterior da caldeira: de-

desejei determinar ao depois quanto tinha ganho no tempo, ou quanto a rapidez de consumissaõ do combustivel, em consequencia do encurtamento dos canaes, podia abbreviar o tempo necessario para fazer ferver o liquido contido na caldeira, julgando-se a proposito abbreviar esta operaçaõ á custa de hum pequeno supplemento de combustivel.

Pela experiencia seguinte, em que a combustaõ foi o mais rapida que era possivel, tendo sempre o fogaõ cheio de lenha, e tendo o cuidado de abrir ao mesmo tempo o registo do cinzeiro, e a valvula do fumeiro, se verá até que ponto preenchi as minhas vistas.

Experiencia N. 33.

A caldeira continha 11.368 lib. de agua, pezo de Baviera, na temperatura de 47 gr. O combustivel era lenha de abeto mediocremente secco, cortado em achas de 3 pés e 4 pollegadas de comprimento, e tornado a rachar em pequenas partes que peza cada huma perto de huma libra, para fazer mais rapida a combustaõ.

A experiencia foi feita a 29 de Novembro de 1796, o barometro estava a 26 pollegadas 8,7 linhas, medida de París, e o thermometro de Farenheit a 33 gr.

Tem-

Tempo	Combust. que se metteo no fogaõ.	Temperat. da agua na caldeira.
h. m.	lib.	gráos.
2 0	100	47
14	100	58
34	100	88
51	100	100
3 9	100	123
25	100	144
39	100	151
4	100	0
10	0	200
17	0	fervendo
Temp. empr. 2 17	Lenha cons. 800	

Na experiencia N. 32 a mesma quantidade de agua na temperatura de 65 gr. e meio foi elevada á ebuliçaõ em duas horas, e 59 minutos, consumindo 625 lib. da mesma especie de lenha. Se a agua estivesse taõ fria, como na experiencia N. 33, isto he, na temperatura de 47 gr., em lugar de 625 lib. de lenha, se precisariaõ 705 lib. de combustivel, e o processo em lugar de durar duas horas 59 minutos, teria durado tres horas e 22 minutos.

Donde se póde concluir, que para abbreviar o tempo necessario para a fervura de

11368 lib. de agua (que he 3 horas 22 minutos) diminuindo huma hora e 5 minutos, he preciso haver hum augmento de combustivel de 95 lib. de lenha de abeto, ou que, para abbreviar huma terça parte o tempo ordinario da fervura, se lhe accrescente quasi hum oitavo de combustivel.

Em alguns casos será mais util abbreviar o tempo; em outros economisar o combustivel, e he sempre muito para desejar, que se possa preencher hum e outro fim, segundo as circunstancias.

Comparando as quantidades de combustivel consumidas, e por consequencia o calor produzido no mesmo tempo, com as quantidades de calor, realmente communicadas á agua, nas experiencias N.N. 32, e 33, durante este tempo; póde-se formar huma idéa da grande quantidade de calor que póde ficar na chama, e no fumo, depois que tem corrido hum certo espaço pelos canaes posto debaixo da delgadissima superficie do fundo da caldeira, que contém agua fria: e isto mostra com que difficuldade estes vapores aquecidos se despojaõ do calor, e quanto importa o conhecimento deste facto; para que as medidas que tendem a economia do combustivel tenhaõ o seu devido effeito.

Propuz-me a dar conta destas experiencias,

cias, feitas com grandes caldeiras; porque me parece que até ao presente ainda se naõ fez experiencia alguma deste genero em proporçoes taõ grandes: e como todas estas foraõ executadas com summo cuidado, os seus resultados tem hum merecimento real, independente dos usos particulares a que eu os tinha destinado.

Como he provavel que estes ensayos sejaõ mais frequentes nos paizes onde o carvaõ de pedra está mais em uso, será de satisfaçaõ, e mesmo de utilidade para o leitor, o conhecer as quantidades relativas de calor, que se podem obter do carvaõ, e da lenha, a fim de poder comparar o resultado das experiencias, em que se emprega o carvaõ para combustivel, com as outras de que acabo de fallar; e poder determinar a quantidade de carvaõ necessario para huma operaçaõ qualquer, que se póde executar com huma dada quantidade de lenha.

Intentava fazer huma serie de experiencias para determinar as quantidades relativas de calor, produzidas pelas differentes especies de combustivel; fiz os preparativos para começar, mas naõ tive ainda tempo de occupar-me com esta materia.

Devo a hum amigo meu (M. Kirwan) a informaçaõ mais satisfactoria que pude obter

a este respeito; nesta informaçaõ, que elle me segura ser fundada sobre experiencias feitas por M. Lavoisier, se vê que quantidades iguaes de agua, com as superficies iguaes, podem ser reduzidas a vapores; consequentemente que iguaes quantidades de calor saõ produzidas pelas seguintes proporções de combustivel.

Por	403 lib.	de *Coaks*
	600	de carvaõ de terra
	600	de carvaõ de lenha
	1086	de lenha de carvalho

ou em medidas

Por	17 medidas	de *Coaks*
	10	de carvaõ de terra
	40	de carvaõ de lenha
	33	de lenha de carvalho.

Desejava que me fosse permittido poder transcrever as observações ingenhosas e interessantes, que acompanhaõ estas avaliações relativas; porém como ellas fazem parte de huma obra que está actualmente na imprensa, naõ quero tirar a M. Kirwan o prazer de ser elle quem as dê primeiro ao publico.

Segundo esta estimativa, parece que a combustaõ de 1089 lib. de carvalho produz tanto calor, como a de 600 lib. de carvaõ de ter-

terra. Suppondo que a lenha de abeto, de que eu me servi nas minhas experiencias, póde produzir tanto calor por lib., como o carvalho (e tenho razaõ de suppor que naõ produz menos) será facil determinar quanto he preciso de carvaõ para dar a mesma quantidade de calor, segundo a quantidade de lenha de abeto, que foi a que servio no curso das minhas experiencias; porque o pezo do carvaõ necessario para este fim, está para o pezo da lenha realmente consumido como 600 lib. para 1089.

Em huma das minhas experiencias (N. 31) 11,368 lib. de agua na temperatura de 65 gr. e meio com 650 lib. de abeto. Quando se fez a experiencia, está o mercurio, no barometro, na altura de 28 pollegadas Inglezas; por tanto a temperatura da agua elevada á ebuliçaõ, naõ era senaõ de 209 gr. e meio, por consequencia a sua temperatura só se elevou $209°\frac{1}{2} - 65°\frac{1}{2} = 144$ gr. Se a agua se devesse elevar á ebuliçaõ em Londres, ou em outra qualquer Cidade situada quasi ao nivelamento do mar, se deveria aquecella até 212 gr. para chegar á ebuliçaõ, consequentemente a sua temperatura deveria ser augmentada 146 gr. e meio; e para chegar a esse ponto, em lugar de 650 lib. de lenha, só haveria precisaõ de 661 lib. e meia (porque 144 gr. estaõ

taõ para 146 e meia, como 650 para 661 lib. e meia)

Usando-se do carvaõ de terra em lugar de lenha seria bastante impregar 363 lib. e meia deste combustivel, porque as quantidades, em pezo, das differentes especies de combustivel, necessarias para produzir o mesmo effeito calorifico, estando na razaõ inversa das quantidades de calor, que pezos iguaes de differentes especies de combustivel podem produzir, ou na razaõ directa das quantidades de especie de combustivel que se deseja fazer produzir o mesmo calor, se deve ter a proposiçaõ seguinte: 1089 está para 600, como 661 lib. de lenha para 366 lib. e meia de carvaõ, isto na supposiçaõ de que a estimativa precedente he exacta.

Deixo áquelles que fizerem experiencias neste genero, o determinar se huma taõ pequena quantidade de carvaõ póde elevar á ebuliçaõ taõ grande massa de agua (6724 canadas de París) partindo da temperatura inicial de 65 gr. e meio.

Pelo resultado da minha seguinte experiencia, se vê que 20 $\frac{1}{10}$ de agua de neve, se poderiaõ aquecer 180 gr., ou elevar á ebuliçaõ, havendo huma pressaõ média da atmosphera, e ao nivel do oceano, com o calor produzido pela combustaõ de huma lib. de le-

lenha de abeto. Partindo do resultado desta experiencia, e das quantidades relativas de calor, que podem produzir a lenha de abeto, ou o carvaõ de terra, parece que o calor produzido pela combustaõ de huma lib. de carvaõ de terra faria ferver 36 lib. $\frac{1}{10}$ de agua de neve.

Donde se vê que o carvaõ de terra deve elevar, da temperatura de neve á da ebuliçaõ, huma quantidade de agua 36 vezes mais consideravel, que o seu proprio pezo, e as experiencias, feitas por M. Watt com o maior cuidado, provaõ que para reduzir a vapores a agua já fervente, naõ he preciso senaõ sinco vezes hum quarto mais de calor, do que he necessario para elevar a agua de neve ao gráo de ebuliçaõ. Segundo esta estimativa, o calor produzido pela combustaõ de huma lib. de carvaõ, seria bastante para reduzir a vapores 7 lib. de agua fervente.

Naõ sei até que ponto se confirmaõ estas estimativas com as experiencias, que se fizeraõ com os alambiques, e outras maquinas proprias para reduzir os liquidos a vapores. Porém tenho razões para suppor, que a consumaçaõ do combustivel empregado para estas maquinas, he muito maior do que deve ser, e seria, se as caldeiras e fogões fossem construidas conforme aos melhores principios, e

que

que o fogo fosse convenientemente entretido.

Quando se projecta aperfeiçoar alguma cousa, deve saber-se quaes saõ os progressos que se tem feito na materia, para que se possa julgar do caminho já feito, e do que resta a fazer para chegar ao fim desejado; mede-se facilmente a obra feita, porém he mais difficil avaliar o caminho que ha para decorrer.

Pódem-se avaliar os progressos, que fiz no curso dos meus trabalhos para aperfeiçoar os fogões com o fim de economisar o combustivel, pelo resultado das experiencias de que tenho dado conta; porém seria mais satisfactorio saber até que ponto se poderia elevar a economia do combustivel, absolutamente fallando.

Na quarta experiencia 7 lib. $\frac{15}{16}$ na temperatura de 58 gr. foraõ elevadas á ebuliçaõ, em Munich, com 6 lib. de lenha. Calculando-se, pelo resultado desta experiencia, a quantidade de agua de neve, que se póde aquecer 180 gr., ou elevar á ebuliçaõ, com o calor produzido pela combustaõ de huma lib. de lenha, se achará, que naõ he mais do que huma lib. $\frac{1}{7}$, ou mais exactamente, huma lib. $\frac{14}{100}$.

Segundo o resultado da experiencia N. 20, se

se acha que 20 lib. $\frac{1}{15}$ de agua de neve se poderiaõ ter elevado á ebuliçaõ com o calor produzido pela combustaõ de huma libra de pinho.

Donde se segue, que se consumio 18 vezes mais combustivel, proporcionalmente á quantidade de agua aquecida, na experiencia N. 4, do que na experiencia N. 20: e daqui se póde concluir com certeza, que do calor produzido, ou que o teria podido ser com as precauções convenientes, pela combustaõ da lenha empregada na quarta experiencia, ficou menos da decimaoitava parte empregada para aquecer a agua: os $\frac{17}{18}$ da quantidade total, se esperdiçaraõ inteiramente.

Aleguei, como opiniaõ minha, no principio deste Ensayo, que os $\frac{7}{8}$ do calor produzido, ou que teria podido ser produzido pela consumaçaõ do combustivel, tomando as precauções convenientes, passavaõ para a atmosphera reduzidos em fumo, e se perdiaõ totalmente. O leitor poderá julgar se esta opiniaõ tinha fundamento bastante.

Mas ainda que seja indubitavelmente provado, que na experiencia 21 se aqueceo a agua com a $\frac{1}{13}$ a parte do combustivel que tinha sido empregado na quarta experiencia; entretanto, nenhuma destas experiencias, e nenhuma das consequencias que se puderaõ

tirar dos seus resultados nos podem dar luzes, relativamente á perca de calor; nem fazer-nos conhecer qual seria a economia do combustivel se naõ houvesse perca de calor. As experiencias provaõ que a perca de calor foi 18 vezes maior em huma, do que na outra, porém naõ nos subministraõ bases sufficientes para formar conjecturas relativamente á quantidade de calor perdida na ultima experiencia, onde a economia do combustivel foi elevada a maior gráo, nem sobre a possibilidade de aperfeiçoar ulteriormente a construcçaõ dos fogões. Por tanto, servindo-me do trabalho de outrem, passo á comparar o resultado de diversas experiencias, feitas por habeis phisicos, com as minhas, procurando deste modo espalhar algumas luzes sobre huma materia taõ difficultosa de penetrar.

O Doutor Grawford achou por huma experiencia, feita com tanto cuidado, como habilidade, que o calor produzido pela combustaõ de 30 grãos de carvaõ de terra, elevava á temperatura de 31 lib. 7 onças de agua, peso de Troya = 181920 grãos hum gráo $\frac{71}{100}$ do thermometro de Farenheit, *naõ se perdendo cousa alguma do calor.*

Porém se saõ necessarios 30 grãos de carvaõ de terra para a elevar á temperatura de 181,920 grãos de agua hum grão $\frac{71}{100}$, seriaõ pre-

precisos 7157,9 grãos de carvaõ para elevar a mesma quantidade de agua = 160 gr., isto to he, elevalla do ponto de neve ao ponto de ebuliçaõ; porque 1 = 17 gr. está para 30 grãos, como 180 gr. estaõ para 3157,9; conseqüentemente o calor, produzido pela combustaõ de huma lib. de carvaõ de terra, será bastante para aquecer 57608 lib. de agua de neve 180 gr., isto he, fazella fervente; porque 3157,9 grãos de carvaõ de terra estaõ para 181920 grãos de agua; como huma lib. de carvaõ para 57,608 lib. de agua.

Segundo o resultado das experiencias de M. Lavoisier, parece que as quantidades de calor produzidas pela combustaõ de pezos iguaes de carvaõ de terra, e de lenha de carvalho estaõ como 1089 para 600: donde podemos concluir, que huma lib. de carvaõ de terra, e 1,815 lib. de carvalho produzem quantidades iguaes de calor: consequentemente, que o calor produzido pela combustaõ de 1,815 lib. de carvalho elevaria á ebuliçaõ 57,608 lib. de agua de neve, ou que huma lib. de carvalho elevaria á ebuliçaõ 31,74 lib. de agua de neve, ou elevaria á sua temperatura 180 gr., *naõ se extraviando ou perdendo na combustaõ parte alguma do calor.*

Suppondo que saõ iguaes as quantidades de calor, que podem produzir pezos iguaes

de lenha de carvalho secco, e de abeto (e ha razões para crer, que esta supposiçaõ está proxima á verdade) se póde avaliar a perca de calor em cada huma das experiencias acima mencionadas N. 4. e N. 20, bem como em todos os outros casos em que a quantidade de combustivel consumido, e os effeitos produzidos pelo calor saõ conhecidos.

Assim, por exemplo, na segunda experiencia, como o resultado indicava que, com esta parte do calor produzido pela combustaõ de huma lib. de combustivel, que penetrava á caldeira, se podia fazer ferver 20 $\frac{1}{10}$ de agua de neve; e como pela avaliaçaõ acima mencionada, parece que 31 lib. $\frac{74}{100}$ de agua de neve podiaõ ser elevadas á ebuliçaõ com todo o calor produzido pela combustaõ de huma lib. de combustivel, he evidente que se perdeo quasi hum terço de calor produzido, e que a penas se aproveitou $\frac{2010}{3174}$.

Esta perda naõ he certamente do que era para esperar, principalmente se attendermos ás causas que se reunem para a occasionar, e duvido que a economia do combustivel se possa elevar a maior ponto.

Na experiencia N. 4 como os effeitos do calor, que tinha penetrado a caldeira, indicáraõ, que sómente 1,14 lib. de agua de neve póde ser elevada á ebuliçaõ com hnma lib.

de

de combustivel, parece que nesta experiencia só se aproveitou a vigessimaoitava parte do calor produzido.

Em todas as experiencias, feitas em grande, com as caldeiras da fabrica de cerveja, mais de metade do calor produzido se escapou pela chaminé, e ficou perdido inteiramente.

CAPITULO VI.

Descripçaõ succinta de muitas cozinhas publicas e particulares, e de fógões destinados a differentes usos, que foraõ construidos debaixo da inspecçaõ do Author, em varios paizes. Da cozinha da casa de industia em Munich, e da Academia militar: das cozinhas destinadas á comida ordinaria dos militares: da cozinha da Quinta: das cozinhas que estaõ na casa de pasto do jardim Inglez em Munich: das cozinhas dos Hospitaes de Pietá, e da Misericordia em Verona: de huma pequena cozinha destinada a servir de modélo na casa de Sir John Sinclair, em Londres: de huma cozinha militar destinada ao uso das tropas em campanha. De huma marmita portatil destinada para as tropas em marcha: de huma grande caldeira destinada a servir de modélo para a caldeira dos lavandeiros, que se estabeleceo na manufactura de lençaria em Dublin: de hum fogaõ destinado a fazer a cozinha, e aquecer ao mesmo tempo huma grande salla, e de hum forno perpetuo; hum e outro estabelecidos na casa de industria de Dublin:

de

de huma lavandeira, de huma cozinha, e de hum fogaõ de chaminé, e de hum modélo de forno de cal, construidos em Irlanda na casa da Sociedade de Dublin.

O Desejo que tenho de communicar informações exactissimas sobre as bases dos melhoramentos a que me propuz, me conduzio naturalmente a expender relações circunstanciadas de todas as experiencias que fiz, dos seus resultados, e das inducções práticas que delles tirei: mas como estas indagações me obrigavaõ muitas vezes a fallar de questões phisicas assás abstractas, que talvez naõ interessariaõ a muitos dos meus leitores, aos quaes huma descripçaõ simplicissima da maneira de construir os meus fogões poderia bastar; assentei que era conveniente dividir a materia, reservando a parte mechanica em que trato da construcçaõ dos fogões de cozinha para hum Ensayo separado. Desejando porém, ao mesmo tempo, satisfazer a curiosidade daquelles, que poderiaõ querer ver algumas das minhas cozinhas, ou os fogões, que fiz construir, dou a enumeraçaõ seguinte, indicando ao mesmo tempo as vantagens, ou inconvenientes que cada hum delles tem.

Es-

Esta relaçaõ unida ao que já fica dito nos capitulos precedentes deste Ensayo, sobre a construcçaõ dos fogões, dará, penso eu, as informações mais completas, que se podem desejar nesta materia; e habilitará a qualquer a fazer construir os fogões, cujo uso recommendo, sem necessitar de soccorro algum estranho.

Os que naõ tiverem tempo de occupar-se com indagações, ou discussões scientificas, que desejarem adoptar estas invenções, acharaõ todas as informações possiveis em hum dos Ensayos seguintes.

Relaçaõ da construcçaõ da cozinha da casa de industria no seu estado actual.

A grande caldeira de cobre circular, que está situada em huma pequena camara adjacente á cozinha, está disposta da maneira a mais vantajosa: a tampa, feita de madeira he pouco dispendiosa, simplicissima, e solida; correspondendo perfeitamente ao seu fim que he de encerrar o calor. O tubo para os vapores he utilissimo, porque dirige para fora todos os vapores que produz a ebuliçaõ, tira a humidade, e mantém a atmosphera da cozinha no estado mais saudavel. Para dissipar os vapores, que se elevaõ da sopa, quando se usa

usa da tampa, ha huma chaminé de madeira munida com a sua valvula, e cuja abertura está cituada na extremidade superior da cozinha. A válvula, que se abre e fecha por meio de huma corda passada em huma roldana, está constantemente abaixada no tempo de inverno, excepto no momento em que se abre para deixar sahir o vapor; com esta precauçaõ se impede a entrada do ar frio para a passagem de que se trata.

A unica mudança que proporia, se tivesse de arranjar de novo esta caldeira, seria de fazer aberturas para limpar os tubos do calor, quando fosse necessario, sem tirar a caldeira. Deveria haver esta precauçaõ sempre que se construissem fogões para as grandes caldeiras. Os canaes, bem como os fundos, e os lados de todos estes vasos exigem ser limpos de 6 em 6 semanas, com huma vassoura para se lhe tirar a ferrugem.

Defronte desta caldeira se acha huma especie de forno, destinado para seccar as tubaras da terra, que corresponde perfeitamente a este fim. As tubaras da terra sendo hum pouco fervidas em agua, ao depois descascadas, cortadas em talhadas, e postas á seccar neste forno, se podem conservar por muitos annos.

As 8 caldeiras de ferro, na cozinha gran-

de, saõ estabelecidas sobre bons principios, e o forno aquecido pelo fumo dos fogões de duas destas caldeiras, destinado para seccar a lenha necessaria para a cozinha, merece huma attençaõ particular.

As tampas de madeira destas oito caldeiras, e os tubos horisontaes, de madeira cubertos de panno pintado de oleo, que saõ destinados para conduzir o vapor para fora da cozinha, correspondem perfeitamente ao seu fim.

Cozinha da Academia militar de Munich.

A cozinha, no seu estado actual, se acha taõ aperfeiçoada, em todas as suas partes, que naõ a supponho susceptivel de mudança alguma vantajosa. O forno de assar, que serve ha 7 annos, está em muito bom estado, e póde durar mais 20 annos. He grande, espaçoso, e se acha que he de muita utilidade. Ainda que as differentes partes desta cozinha naõ estejaõ distribuidas com toda a simetria, que era para desejar, relativamente a algumas circunstancias locaes, entretanto naõ lhe falta accessorio algum util; e todos os alimentos se podem nelle preparar sem muito trabalho, e com pouquissimo combustivel. Recommendo, como dignas de serem imitadas,

duas

duas grandes caldeiras, e tres caçarólas, que se estabelecéraõ em hum fogaõ separado, posto a hum canto da cozinha (á direita quando se entra). Em huma palavra, naõ conheço cousa alguma nesta cozinha, que precise mudança; a verdade he que ella tem já soffrido grande numero de modificações, e concertos.

Cozinha da salla do jantar militar no jardim Inglez de Munich.

Os apparelhos desta cozinha naõ se achaõ tambem distribuidos como os da cozinha de que acabei de fallar. Ella foi construida em 1790, e depois deste tempo se lhe fizeraõ leves mudanças: ha tres fornos de assar, destinados para servir de modélo aos das casas particulares; e tive o prazer de saber, que tinhaõ já sido imitados em muitas partes.

Cozinha da quinta, ou jardim Inglez.

He esta cozinha muito propria ao uso para que he destinada, e posso recommendalla, como hum belissimo modélo de cozinha para huma quinta, ou para familias compostas de dezoito até vinte pessoas. Huma das caldeiras destinadas para aquecer a

agua necessaria na cozinha, e estrebarias, he aquecida, durante o inverno, pelo fumo de huma estufa alemãa, posta na camara do inspector da quinta.

A grande cozinha da casa de pasto neste jardim.

Esta cozinha, que he adjacente á casa da quinta, naõ tem, por assim dizer, outro destino, senaõ o de assar frangos em espetos, especie de comida porque os Bavarezes tem huma predilecçaõ particular. Ha tres fogões descubertos, construidos, segundo os principios que indiquei no meu Ensayo sobre os fogões de chaminé: fazem frente aos differentes lados da cozinha, e tem sahida para huma só e a mesma chaminé a qual está posta quasi no meio da casa: esta cozinha foi construida antes de eu ter adoptado o uso dos fornos de assar.

Cozinha pequena da casa de pasto.

Esta cozinha naõ tem cousa alguma de notavel, nem que mereça ser imitada. Primitivamente foi só destinada a servir de copa onde se fizesse o café, chá, chicolate, etc.

A nossa cozinha construida, segundo os meus principios, no novo hospital dos incuraveis, em *Gasteig* junto a Munich, he muito mais importante, e merece ser imitada.

Cozinha do Hospital da Pieta em Verona.

Esta cozinha he notavel, tanto pela conveniente fórma do todo, como pela perfeita simetria de cada huma de suas partes.

O fogaõ onde estaõ postas as caldeiras occupa o meio de huma grande casa bem rebocada, caiada, e com bom pavimento: as tampas das caldeiras grandes se levantaõ por meio de cordas passadas em roldanas fixas no tecto da casa. Mas se eu pudesse tornar a concertar esta cozinha, faria pôr nella cubertas de madeira com tubos para os vapores, semelhantes aos que se achaõ na cozinha da casa de industria de Munich. Quando estas tampas saõ demasiado grandes, para se poderem levantar facilmente com a maõ, devem ser de madeira, e divididas em muitas partes conexas por dobradiças. Sendo destinadas a encerrar inteiramente o vapor, devem ser feitas de certo modo particular, que ao diante descreverei. As tampas das caldeiras pequenas, e das caçarólas devem sempre ser dobradas, e de folha de flandres.

As

As grelhas, sobre que se acende o fogo por baixo das caldeiras no hospital de *Pieta*, saõ de figura circular. Mas naõ saõ concavas, porque ao tempo da construcçaõ desta cozinha ainda eu naõ tinha reconhecido a vantagem desta fórma: pela mesma razaõ naõ ha os canaes em figura espiral por baixo da caldeira: mas em todos os outros pontos esta cozinha se approxima á perfeiçaõ.

Cozinha do Hospital da Misericordia em Verona.

Esta cozinha he construida, segundo os mesmos principios da cozinha da *Pieta*: a unica differença que entre ellas ha, vem a ser na distribuiçaõ das caldeiras. Na cozinha da Misericordia se achaõ os fogões postos nos dous lados da casa. Em muitas circunstancias he preferivel este modo de arranjar as caldeiras, havendo o cuidado de pôr as maiores mais longe da chaminé, e as menores mais perto, segundo a ordem das suas dimensões: Esta precauçaõ he necessaria, para haver lugar no corpo da parede, por detraz das caldeiras pequenas, onde se possaõ arrumar, ou imbutir os tubos que conduzem os vapores das caldeiras grandes á chaminé.

Attendi a esta circunstancia na construcçaõ

çaõ de huma pequena cozinha que ultimamente dirigi em casa do Sir John Sinclair, Bart., Presidente da Commissaõ de Agricultura em Londres. Esta cozinha, destinada a servir de modélo, e patente ao publico, naõ ficou taõ bem construida, como eu desejava. A obra foi emprehendida em huma viagem, que fiz a Irlanda, e ainda que os pedreiros e rebocadores fossem bastante intelligentes, em muitos sentidos, com tudo naõ tinhaõ assás experiencia deste genero de construcçaõ para que deixassem de incorrer em faltas, que a minha presença teria sem duvida acautelado. Os defeitos mais essenciaes foraõ já remediados; porém a demora que tive em Inglaterra, depois de voltar da Irlanda, foi muito breve para que eu pudesse tornar a fazer construir absolutamente de novo esta cozinha, o que teria feito se tivesse tempo para isso, e que certamente executarei na primeira viagem que fizer a este paiz, tendo a permissaõ do proprietario. O maior defeito desta cozinha he o faltarem-lhe as valvulas nos canaes que conduzem o fumo dos fogões das caldeiras para a chaminé. Estas valvulas, ou registos devem por-se em todos os fogões, por máis pequenos que sejaõ; e saõ necessarias nos fogões que se destinaõ para caçarólas pequenas: as caldeiras grandes devem ter, cada huma, o

seu

seu tubo munido com valvula. Algumas experiencias que fiz, depois de voltar da Baviera, me demonstráraõ a utilidade destes registos, e creio que devo recommendar o seu uso. A benevola attençaõ, que o publico tem prestado a todas as invenções, que me propuz adoptar, exige naõ só o meu reconhecimento, mas até me obriga a fazer novos esforços para merecer a confiança, com que me tem honrado em muitas occasiões.

Porém voltando á cozinha de Sir John Sinclair (casa onde se faziaõ as Secções da Commissaõ de Agricultura, e onde havia, como era de esperar, hum frequente concurso de pessoas de instrucçaõ cheias de zelo para fazer adoptar novas invenções), como a casa era muito pequena, naõ couberaõ mais do que algumas caldeiras, e caçarólas, e hum forno de assar de grandeza média, para o uso de huma familia pouco numerosa: este forno he taõ util, que espero ver em pouco tempo geralmente adoptado o seu uso. He difficil o fazer idéa de quanto elle economisa o combustivel, e quanto conserva o bom gosto á carne.

Hum destes fornos de assar, com grandes dimensões, se assentou na cozinha do hospital dos engeitados em Londres; e ainda que a minha demora em Inglaterra naõ fosse assás lon-

longa para o ver trabalhar, sube depois de voltar para Munich, pelo Senhor Bernard Thesoureiro do hospital, que este forno excedeo as suas esperanças. Elle me mandou dizer, que fazendo assar neste forno 112 lib. de carne, ao mesmo tempo, a despeza do combustivel chegou sómente a 4 *pence* esterlinos, entrando nisto o carvaõ pelo excessivo preço de hum schell. 4 pen. o alqueire.

Eu fiz a experiencia de mandar assar ao mesmo tempo seis grandes peças de vitella, que todas juntas pezavaõ 100 lib. de Baviera (123,84 *haver do pezo*), no forno da Academia militar de Munich. Consumiraõ-se nisto 33 lib. de Baviera, de lenha de abeto secca (40,86 lib. *haver do pezo*), isto que a razaõ de 4 florins e meio o *clafter*, que peza 2967 lib. de Baviera, faz a despeza de combustivel 3 kreutzers.

Esta experiencia foi feita em 1792; enunciei o seu resultado em Londres, no anno de 1795, perante huma numerosa companhia; e percebi claramente pela cara das pessoas que me ouviraõ, os inconvenientes que ha em contar factos extraordinarios. Dahi em diante fui hum pouco mais circunspecto, e naõ teria publicado estas relações se naõ tivesse já feito conhecer ao publico o resultado de muitas experiencias deste genero, feitas

no forno de assar do hospital dos engeitados.

Naõ sómente o forno de assar, mas tambem as caldeiras que se estabelecéraõ neste hospital, segundo os meus principios, correspondéraõ exactamente ao seu fim: he com summo prazer que tenho ouvido, que se trata de imitar estas invenções em outros muitos hospitaes.

Como deixei Londres antes que a cozinha do hospital dos engeitados estivesse inteiramente acabada, naõ posso saber se ha valvulas nos tubos que conduzem o fumo dos fogões das caldeiras, e do forno para a chaminé: se as naõ ha, desejaria que lhas puzessem, e recommendo encarecidamente a todos os que fazém construir cozinhas, segundo os meus principios, que jámais se esqueçaõ deste accessorio.

Tentou-me, no hospital dos engeitados, o uso das grelhas ovadas, feitas de ferro fundido, em fórma de cadinho, taes quaes as que ficaõ descriptas no capitulo precedente: porém o calor do fogaõ era taõ violento, que se derreteraõ logo, e foi necessario recorrer ás grelhas planas, compostas de fortes barras de ferro fundido. He provavel que, usando-se de carvaõ de terra para combustivel, a grande violencia do calor, produzido pela com-

bus-

bustaõ do carvaõ de terra, estando perfeitamente encerrado, como naturalmente deve estar nos fogões fechados; naõ permitta jámais servir-se destas grelhas concavas que fiz adoptar nas cozinhas publicas de Munich.

Tendo voltado de Baviera, fiz muitas experiencias com grelhas feitas de tijolos, posto de lado, e achei que eraõ taõ boas, como as de ferro. Fazendo os tijolos já destinados para este fim, com a figura e dimensões convenientes, e havendo o cuidado de escolher a melhor terra argilosa, misturada com cadinhos velhos reduzidos a pó grosseiro, se poderiaõ construir fogões de cozinha pouco dispendiosos, de grande duraçaõ, e taõ perfeitos em todo o sentido, como aquelles em que se empregaõ materiaes muito mais dispendiosos.

Para diminuir a despeza, que occasionaria a construcçaõ destes fogões de cozinha fechados, destinados ao uso das familias pouco abastadas, se poderia fechar a abertura por onde introduz o combustivel com hum tijolo, ou huma pedra lioz. Outro tijolo, ou pedra poderia servir ao mesmo tempo, como de registo ou porta do cinzeiro; e outro tijolo serviria de valvula no tubo destinado a conduzir o fumo do fogaõ para a chaminé.

Ultimamente tive occasiaõ de fazer estabelecer huma cozinha deste genero, em cu-

já construcçaõ se naõ tinha empregado ferro de qualidade alguma. O exercito Francez commandado pelo General Moreau, se tinha approximado a Munich, no mez de Agosto de 1796; e as tropas Bavaras, reunidas em grande numero na Capital, cujo commodo se me tinha confiado, foraõ obrigadas a alojar-se nos edificios publicos, e acampar-se sobre as muralhas, onde naõ tinhaõ commodidade alguma de preparar os seus alimentos. Remedieilhe este inconveniente, mandando-lhe fazer quatro caldeiras grandes oblongas, de cobre delgadissimo, e bem estanhadas, e as púz sobre hum maciço de tijolos em fórma de cruz: cada caldeira tinha hum fogaõ particular, cujos tubos eraõ dobrados, e munidos de registos, communicando com huma chaminé commum, que occupava o centro da cruz. Estes registos eraõ telhas delgadas: as grelhas sobre que se queimava o combustivel, eraõ de tijolos postos de lado, e as aberturas do fogaõ, e cinzeiro se fechávaõ com tijolos que corriaõ por hum rebaixe, ou vinculo.

Debaixo do fundo chato de cada huma das caldeiras, havia tres canaes na direcçaõ do comprimento; o do meio, taõ grande como os outros dous tomados juntamente, era destinado para o combustivel. A abertura por onde se introduzia a lenha, estava na extremi-

midade da caldeira que ficava mais longe da chaminé: a chama decorrendo o canal do meio até á sua extremidade se dividia, e entrava nos canaes lateraes para tornar a vir á outra extremidade da caldeira, donde se elevava por dous tubos, e passava para a chaminé depois de ter decorrido os vasos do lado: As caldeiras tinhaõ as tampas de madeira, feitas de duas peças, unidas por dobradiças. Para que as quatro caldeiras se pudessem facilmente transportar de hum campo para outro, se lhe tinhaõ dado as dimensões necessarias para se poderem introduzir humas nas outras. A maior, que continha as outras tres, estava encaixada em hum grande cofre de madeira de grandeza conveniente: na menor se arrumava huma tenda destinada a cubrir todas as quatro. No meio desta tenda se tinha feito hum buraco destinado á passagem da chaminé. As quatro caldeiras, a tenda, e todos os utensilios necessarios para preparar os alimentos destinados a hum regimento de mil homens, podiaõ ser facilmente transportados sobre huma carreta á Irlandeza, puxada por hum só cavallo.

Tratei miudamente da construcçaõ desta cozinha, porque a supponho utilissima ás tropas acampadas. M. Thomaz Pelham, Coronel de Milicias no Condado de Surrey, a experimen-

mentou o veraõ passado no seu regimento, e a achou utilissima. A economia do combustivel foi consideravel, bem como a do tempo necessario para fazer cozer os alimentos. A primeira experiencia deste genero, foi feita com huma só caldeira, posta ao desabrigo de cása ou barraca alguma, no pateo das casas de M. Pelham em Londres.

Deveria guardar o que acabo de referir, para o referir em hum dos Ensayos seguintes onde esta descripçaõ teria o seu lugar; porém como estou persuadido que della se podem tirar grandes vantagens, naõ quiz delongar mais o recommendar o seu uso áquelles que o poderiaõ fazer adoptar.

Os que desejarem ter informações mais especiaes, poderáõ facilmente obtellas já de M. Pelham mesmo, já de qualquer dos Officiaes de Milicias de Surrey, que estiveraõ acampados o veraõ passado.

Ha outra invençaõ util aos exercitos em campanha, de que recommendo o uso, vem a ser, huma caldeira portatil, leve e pouco dispendiosa, em que se podem fazer cozer os alimentos até na marcha. Ha tantas occasiões em que se desejariaõ obter alimentos quentes para os soldados, fatigados por hum serviço trabalhoso, e que entretanto se está na impossibilidade de poder acender o fogo, e de fa-

fazer ferver as marmitas, que naõ posso deixar de suppor seja agradavel a todo o General prudente e sabio, e a todo o Official naõ distituido dos sentimentos de humanidade, a adopçaõ de huma marmita, que poderá seguir a marcha das tropas ao mesmo tempo, que nella se vaõ cozendo os alimentos. Certamente mais de huma batalha se tem perdido, por que se naõ póde alcançar a tropas exauridas huma boa comida, composta de alimentos quentes, e restaurativos.

Porém, voltando á nossa materia, a fórma das duas caldeiras principaes, na cozinha dos engeitados, he a de hum quadrado longo. Adoptei esta fórma nos differentes fogões, que propuz para modélo na Irlanda, durante huma viagem que fiz na primavera passada, a requisiçaõ do Secretario de Estado, M. Pelham, porque achei nella muitas vantagens; entre outras, a de poder assentar as caldeiras sobre hum macisso de tijolos quadrados, e de limpar facilmente os canaes.

A primeira caldeira oblonga, que fiz estabelecer em Dublin, he a que está assentada na grande fabrica de pannos, para servir de modélo aos lavandeiros; tem oito pés de largura, dez pés de comprimento, e dous pés de profundidade; a tampa he de madeira, e fecha sobre hum encaixe, onde ha huma pequeña

quena quantidade de agua; que serve para reter melhor o vapor que poderia escapar por esta parte. A tampa joga sobre gonzos, postos na extremidade da caldeira mais elongada do fogaõ, e se póde levantar parcialmente por meio de huma corda, que passa em huma roldana fixa no tecto da lavanderia.

Ha 5 canaes debaixo desta caldeira na direcçaõ do seu comprimento; estaõ dispostos do mesmo modo, que os da nova caldeira da fabrica de cerveja, que fiz estabelecer em Munich (veja-se a fig. 21. Est. V). Naõ ha canaes pelo exterior da caldeira, mas as paredes de tijolo, que impedem o accesso do ar exterior saõ dobres, e o espaço intermediario he cheio de pó de carvaõ.

O combustivel he mettido na extremidade superior do canal do meio, sobre huma grelha de figura oval, e a chama correndo o canal até ao fundo, se divide para a direita, e para a esquerda, e volta pelos canaes adjacentes: ao depois torna a voltar por huma parte e outra, vindo pelos dous canaes exteriores até ao fundo da caldeira, donde ella passa para os dous canaes inclinados, que a conduzem para cima até os canaes da outra caldeira, que tem as mesmas dimensões que a primeira: aqui circula a chama e aquece a agua destinada a encher a primeira caldeira.

Co-

Como estas caldeiras saõ feitas de folha de cobre, excessivamente delgadas, e como as caldeiras delgadas resistem melhor ao effeito do fogo, e por consequencia duraõ mais tempo que as que saõ mais grossas, estas duas caldeiras juntamente custaõ menos que a unica, que servia antigamente, e M. Duffin Secretario da fabrica de lençaria, homem activo e intelligente, que tem pela sua parte hum grande interesse na lavanderia, me mostrou hum calculo, fundado sobre experiencias feitas com esta caldeira, polo qual se próva, que a economia do combustivel, proveniente da adopçaõ desta invençaõ em todas as lavanderias de Irlanda, traria ao commercio o lucro de 50,000 lib. esterl. por anno ao menos.

Na minha lavanderia, estabelecida nas casas da Sociedade de Dublin, e que he destinada a servir de modélo para as casas particulares, ha duas caldeiras oblongas, huma aquecida pelo fogo, e outra pelo fumo. O fumo, depois de ter passado por hum tubo muito comprido, que rodeia os dous lados da casa, destinada a seccar a lençaria, e contigua á casa em que se lava, passa para a casa onde a mesma lençaria se engoma, e dahi sahe entaõ pela chaminé.

O fundo da segunda caldeira está ao nivel

da sumidade da primeira a agua quente corre da segunda para encher a primeira, por meio de hum tubo munido de huma torneira de cobre, o que he muito commodo. As tampas destas caldeiras, que saõ dobres, e que se movem por gonzos, fechaõ em rebaixos onde ha agua: o vapor encerrado por esta precauçaõ, he obrigado a passar por hum tubo adoptado a huma parte da tampa, preza ao fundo da caldeira por ganchos, e depois de se ter elevado á altura de 7 ou 8 pés, passa lateralmente para outro tubo de madeira horisontal, atravessando a parede da casa destinada para seccar a lençaria. Na parte em que este tubo de madeira horisontal toca a parte interior da parede, he substituido por outro tubo de cobre, de qnasi tres pollegadas de diametro, que estando qnasi em posiçaõ horisontal, conduz o vapor atravessando a casa na direcçaõ do seu comprimento, até hum buraco feito na janella da extremidade da casa, donde passa entaõ para o ar.

O vapor, permeiando esta casa em hum tubo de metal, que he hum bom conductor do calor, communica o seu calor á casa, a agua que está condensada pela parte de dentro corre pelo tubo: dando a este tubo huma inclinaçaõ debaixo para cima, em vez de o dirigir de cima para baixo, como accidentalmen-

mente se faz, a agua condensada, que he quasi fervente, poderia voltar para a caldeira; o que economisaria calor, e por consequencia combustivel.

A fornalha destinada para aquecer os ferros de engomar, he huma especie de forno, feito de tijolo e cal: o fundo he hum vaso concavo, e pouco profundo, de ferro fundido, de 18 pollegadas em quadro, e de 3 pollegadas de profundo, quasi cheio de aréa fina. Accendendo-se o fogo por baixo deste vaso, em fogaõ fechado, o vaso fica logo candente, porque a aréa impede o accesso do ar frio na superficie superior, de maneira que pondo os ferros de repassar em contacto com o metal, por baixo da aréa, se aquecem brevemente ao gráo necessario, e com temue despeza de combustivel.

Esta invençaõ podia servir para se haverem de cubrir as *platinas quentes*, sobre que, em muitas cozinhas, se fazem ferver as caçarólas.

O forno para aquecer os ferros de engomar entra, em parte, na casa destinada para seccar a lençaria, mas a porta por onde se introduzem os ferros, a porta do fogaõ, e a do cinzeiro, ficaõ para a casa de engomar.

O fumo permeia a casa de seccár a lençaria em hum tubo de ferro, o que tem duas

vantagens; huma de seccar a lençaria, outra de aquecer a casa.

Sendo algumas vezes necessario fazer seccar a roupa branca, ou lençaria, naõ se tendo aquecido a lavanderia; nem a casa de engomar, se fez construir para este fim hum fogaõ fechado, communicado com o canal, que leva o fumo das caldeiras em torno da casa de seccar a lençaria. Este fogaõ que serve unicamente para fazer seccar a lençaria, está situado precisamente fóra da casa destinada a este fim, e posto por baixo do canal, que vai ter á segunda caldeira. A abertura superior do fogaõ, porque a chama entra na parte inferior do canal, está fechada com hum registo de folha de ferro arranjado em fórma de corrediça, quando o fogaõ se naõ usa; e quando elle serve, entaõ se fechaõ a abertura do fogaõ da primeira caldeira, e o registo da porta do cinzeiro.

Para que a parte superior da primeira caldeira naõ fique demasiado elevada do pavimento da lavanderia, o que impediria talvez que os obreiros lhe pudessem chegar, ou que necessitassem para o fazer de alguns degráos, se poz a grelha, e o fundo dos canaes, que ficaõ por baixo da caldeira, quasi ao nivel do pavimento; e o cinzeiro por baixo do chaõ. Para que se possa chegar com maior facili-

da-

dade da abertura do fogaõ, metter-lhe a lenha, e arranjar o fogo, se deixou diante do fogaõ hum atrio de quasi tres pés em quadro, e dous pés em profundidade, debaixo da terra forrado de pedras por todos os lados em degráos para se descer lá: nas duas paredes verticaes (á direita, e á esquerda do fogaõ) se fizeraõ covas de muitos pés de profundidade onde se põe o combustivel: os degráos para se descer ao atrio, saõ do lado opposto ao fogaõ.

Os atrios desta qualidade saõ necessarios a todos os fogões destinados para grandes caldeiras, aliás a parte superior da caldeira ficará demasiado elevada do nivel do pavimento, e por consequencia será incommoda ás pessoas que trabalhaõ. He verdade que se póde usar de alguns degráos para chegar á caldeira, que está muito elevada, mas isto tem seus inconvenientes, porque os degráos sempre occupaõ mais lugar, e custaõ mais que o atrio, cujo plano tenho dado.

Os atrios, que ficaõ ante as portas dos fogões pertencentes ás caldeiras grandes da cozinha do hospital dos engeitados, podem ser fechados com alçapões, sempre que isto se julgue necessario. Mas para se fechar o alçapaõ, he necessario que este tenha grande numero de buracos, a fim de que possa descer

cer ao cinzeiro o ar necessario para o alimento do fogo: e quando o fundo da passagem, que conduz ao fogaõ, está acima do nivel deste alçapaõ, a parte desta porta, que está immediatamente debaixo da abertura do fogaõ, deve ficar coberta por cima com huma chapa de folha de ferro para acautelar algum accidente, que podia occasionar a quéda dos carvões ardentes.

Sendo necessario collocar grandes caldeiras em situaçaõ tal, que naõ permita abaixar o atrio que fica em frente do fogaõ, o macisso de pedra e cal, que sustenta a caldeira, deve ser elevado, e ha necessidade de fazer escadas para se poder chegar á caldeira. Deve-se attender na construcçaõ, a que o degráo superior tenha de largura, pelo menos, dous pés, sem o que se naõ poderia trabalhar na caldeira commodamente: e quando a caldeira está posta em hum macisso de pedra e cal desamparado de todos os lados, devem os degráos cercar todos os tres lados da caldeira. A parte inferior da porta do fogaõ deve, sendo possivel, estar acima do nivel do ultimo degráo; e para conservar a symetria a porta do cinzeiro deve ficar em frente do ultimo degráo; e a passagem que conduz ao cinzeiro (que necessariamente será assás longa) deve ter alguma inclinaçaõ. Esta construcçaõ foi

a que adoptei na cozinha do hospital da *Pieta* em Verona.

Ha hum só inconveniente no comprimento da passagem que conduz ao cinzeiro, e he dar mais algum trabalho ao tirar as cinzas; porém haveria maiores inconvenientes em cortar os degráos na frente da caldeira, o que seria necessario, ficando a porta do cinzeiro directamente por baixo da porta do fogaõ, e deixando-se o accesso livre á caldeira.

Os canaes postos por baixo das caldeiras grandes na lavanderia das casas da Sociedade de Dublin, naõ estaõ arranjados de maneira, que possaõ dividir a chama, e fazella circular em duas correntes; a sua direcçaõ he atravessando a caldeira; a porta do fogaõ naõ está no meio, e fica mais sobre hum dos lados da caldeira, e junto a huma das suas extremidades. A chama passa e repassa duas vezes por baixo da caldeira, desde a frente até ao lado opposto, e chega até á extremidade (a mais alongada do fogaõ) a hum canal munido com sua valvula: a inclinaçaõ deste canal he de 45 gr., e conduz aos canaes da segunda caldeira. O fundo dos canaes da primeira está exactamente ao nivel com o pavimento da lavanderia; e para que se possaõ limpar os mesmos canaes com facilidade, e tirar a ferrugo que se pega ao fundo da caldei-

deira se deixaõ os canaes abertos na extremidade ao tempo de construir o fogaõ, e depois que a caldeira está assentada se fechaõ com paredes dobres de tijolos postos a secco: e para que este tapume tenha mais consistencia se cobrem as juntas dos tijolos, pela parte de fóra, com barro.

Os lados das caldeiras ficaõ abrigados do contacto do ar exterior, por meio de pequenas paredes de tijolo rebocadas, e pela precauçaõ, que se tomou, de encher o espaço entre estas paredes, e a caldeira com carvaõ moido.

Se eu tivesse de fazer arranjar estas caldeiras outra vez, este espaço deveria ficar de todo vazio; unicamente lhe faria, na parte inferior, alguns buracos por onde a chama pudesse subir, e rodear as caldeiras. Esta mudança se faz igualmente necessaria á caldeira grande da fabrica de linhos, porque esta deve servir de modélo a todas as lavanderias. E como tal reparaçaõ se póde fazer em pouco tempo, e quasi sem nenhuma despeza, desejaria que ella se fizesse com a maior brevidade possivel.

O zelo, e a attençaõ naõ interrompida, que presta a todos os objectos de contribuir o bem da sua patria, e que caracterisaõ o intelligente e respeitavel Cidadaõ, a quem o com-

commercio e as manufacturas da Irlanda; principalmente as de lençaria, devem grande parte da sua prosperidade, me fazem esperar, que elle se dignará ajudar-me a reflectir os defeitos que se poderem achar na construcçaõ dos fogões economicos, que dei para modélo na Irlanda.

Posto que a minha demora na Irlanda fossé taõ curta, qué me naõ desse tempo para fazer adoptar todas as invenções, que desejava espalhar por esta Ilha, interessante em todo o sentido; com tudo o acolhimento que acháraõ as differentes proposições que fiz, e os efficazes soccorros que de toda a parte se me offereceraõ, me habilitáraõ a executar, em dous mezes, mais projectos do que poderia ter feito em dous annos. Em outros paizes onde a civilisaçaõ está mais adiantada, os gosos do luxo, e da oppulencia tem inspirado certa apathia, que atraza todas as descubertas uteis.

Desejava poder concertar a cozinha grande da casa de industria em Dublin, a consumaçaõ de combustivel, he considerabilissima neste vasto estabelecimento onde se alimentaõ todos os dias perto de 1500 pessoas; mas naõ o tempo necessario para finalisar taõgrande impreza; achei que era mais prudente naõ a começar. Fiz estabelecer em hum dos la-

boratorios huma caldeira grande, propria para servir de modélo; mas naõ tive nisto outro fim, senaõ mostrar como as grandes salas se podiaõ aquecer por meio do fogaõ da cozinha, e com o mesmo fogo empregado na cocçaõ dos alimentos (1).

O fumo do fogaõ passa horisontalmente ao longo de hum dos lados da sala em todo o seu comprimento: a caldeira está fechada com a tampa, impenetravel ao vapor, e este he obrigado a atravessar tambem o comprimento da sala, em hum tubo de chumbo horisontal, paralello ao que conduz o fumo, e posto immediatamente por baixo delle. Na estaçaõ quente, quando naõ he necessario aquecer a sala, o fumo e o vapor passaõ immediatamente para a atmosphera, por hum tubo de chaminé adjacente ao fogaõ.

A sala he demasiado comprida e estreita, e por isso se naõ póde aquecer com a mesma igualdade junto ao fogaõ, e na outra extremidade: eu fiz adoptar o uso de pedaços de cubertura de 3 ou 4 pés de comprido, guarnecidos com botões, para se envolver com elles o tubo de vapores, quando era necessario. Cu-

(1) Esta invençaõ podia servir pára as casas de estufas onde estaõ plantadas, ainda no caso de estarem estas consideravelmente distantes da cozinha.

Cubrindo este tubo mais ou menos, segundo a necessidade que parecia haver desta precauçaõ nas differentes partes da sala onde o calor era mais forte, se impedia ao tubo o communicar o seu calor ao ar exterior, conservando-o até mais longe onde hia aquecer as outras partes da sala, que sem esta precauçaõ estariaõ demasiado frias.

O tubo de vapores, que he de folhas de chumbo assás delgadas, tem quasi tres pollegadas de diametro, e em vez de estar posto horisontalmente, tem alguma, ainda que pouca, mas sufficiente, para que a agua formada pela condensaçaõ do vapor volte para a caldeira (1).

(1) Inventei hum fogaõ, para aquecer huma das principaes Igrejas em Dublin, com tubos de vapores: porém sem fazer uso do fumo, e devo confessar, por vergonha minha, que naõ tive occasiaõ de acabar o plano, que tinha promettido para aquecer o soberbo edificio destinado para a Camara dos Communs na Irlanda: porém hum ou outro dos dous fugões de chaminé, que fiz construir na sala da Assemblea da Academia Real de Irlanda, preencherá, cuido eu, exactamente os fins de aquecer os quartos mais elevados, ou as grandes salas nas casas dos particulares. Tentei reunir neste fogaõ as vantagens das chaminés, com as vantagens das estufas de Alemanha. A grelha desta chaminé, que he de hum feitio assás elegante, e de ferro fundido, naõ custa mais de 7 shelins e 6 pence, e he

O canal horisontal por onde passa o fumo, he hum tubo de folha de ferro de quasi 7 pollegadas de diametro, dividido em partes de 12 até 15 pés de comprido, para se poder limpar mais facilmente: está assentado quasi horisontalmente em differentes distancias do pavimento, formando huma linha interrompida, sustentada com pilares, ou columnas ocas de tijolos. Hum tubo de calor ordinario, feito de barro cozido, tal como os que se empregaõ nas casas de estufa de plantas, preencheria igualmente o fim de aquecer a sala, posto que occuparia demasiado lugar: esta circunstancia me obrigou a preferir os tubos de folha de ferro.

Por occasiaõ de assentar esta caldeira, que he de folha de ferro muito delgada, fiz huma experiencia, que teve melhor exito do que jámais me atreveria a esperar. Os canaes por baixo da caldeira (porque os naõ ha em roda) saõ formados pelo fundo do mesmo vaso; isto he, saõ humas paredes ocas de folha de ferro, de quasi 9 pollegadas de altura, e de huma pollegada e tres quartos de grossura,

---

certamente a melhor forma de grelha, que se póde empregar para os fogões em que se queima carvaõ de terra. Ultimamente tive a satisfaçaõ de saber que se começava a adoptar, quasi por toda a Irlanda, a forma destas grelhas.

ra, para onde desce o liquido que está na caldeira, e que effectivamente fazem parte desta mesma caldeira.

Por meio desta invençaõ, a chama fica cercada pelo liquido de todos os lados, excepto no fundo dos canaes (por onde o calor tende muito pouco a sahir) e o fogaõ naõ he mais do que hum macisso de pedra e cal: a grelha está ao nivel com a superficie mais elevada deste macisso, e o cinzeiro he a unica cavidade que nelle existe.

Houve o cuidado de formar estas paredes concavas ou divisões de canaes, em lugares convenientes, de maneira que ficasse o espaço necessario para introduzir o combustivel, e para a passagem da chama de hum canal para outro, e do ultimo canal para o tubo, por onde o fumo ganha a chaminé, ou para os tubos de ferro que aquecem a sala, quando ha necessidade.

Hum dos objectos principaes que tive em vista nesta experiencia, foi o ver se era possivel achar huma especie de caldeira, que estando suspendida por baixo de hum carro de campo, ou outra qualquer especie de carruagem, pudesse servir para nella se cozerem os alimentos necessarios á tropa em marcha; e debaixo da qual se pudesse acender o fogo, immediatamente que se puzesse em terra.

As

As pessoas que quizerem ter o trabalho de examinar a caldeira de que fallo, acharão que os principios da sua construcçaõ a fazem propria para os objectos que tenho dito. Porém esta qualidade de construcçaõ naõ he util só para as caldeiras portateis; pelo contrario, estou persuadido que ella he igualmente util ás caldeiras das grandes maquinas de vapor, aos alambiques dos distilladores, e a outros muitos misteres. Sendo quási impossivel que o calor se escape pela parede de pedra, e augmentando-se consideravelmente, com as paredes concavas, a superficie da caldeira, sobre que o calor deve obrar; segue-se que o liquido contido na caldeira se deve aquecer muito mais promptamente, e com menos combustivel.

Esta fórma de construcçaõ tem outra vantagem, que merece attençaõ dos distilladores. Fazendo-se os canaes de figura convexa, ou abobadados, em vez da figura chata que precedentemente se havia adoptado, e o que se póde fazer com muita facilidade, pois que realmente se executou já na caldeira de que estou fallando, a parte a mais calorifica da chama occupará necessariamente o alto da convexidade dos canaes, que ella decorre: e como a parte mais viscosa do liquor, que he a mais susceptivel de se queimar, e de dar

o

o gosto empyreumatico á distillaçaõ, naõ póde facilmente pegar-se a esta superficie convexa, ou de inclinaçaõ rapida, os distilladores naõ soffreráõ inconveniente, que até agora naõ tem podido evitar.

Construindo-se, segundo estes principios, caldeiras para os distilladores, será necessario augmentar muito a grossura das paredes dos canaes, e ainda fazellas mais profundas do que o nivel do fundo destes mesmos canaes, para impedir que a materia espessa, que naturalmente pousa nestas cavidades, fique exposta a hum calor demasiado.

Esta vantagem se estenderá tambem ás caldeiras destinadas para fazer nos hospitaes os caldos de certa consistencia, que tém muita disposiçaõ a pegar-se ao fundo das caldeiras, em que se preparaõ, e por consequencia a queimar-se.

Fiz outra experiencia na casa de industria de Dublin, que desejava poder levar hum pouco mais adiante. Observei que a despeza de paõ de trigo para o consumo desta casa, era considerabilissima, pois que chegava em 1795 á 3851 lib. esterl., e vi que se poderia economisar muito, dando ás pessoas que o publico sustentava, bolos de aveia (*oater cakes*) especie de paõ a que elles estaõ habituados, e que preferem ao melhor paõ de trigo. Mas

para

para fornecer bolos de aveia a 1500 pessoas, era necessario achar algum methodo mais conveniente de os cozer no forno, do que aquelle até agora praticado, e que pudesse ao mesmo tempo economisar o combustivel.

Para facilitar a mudança de mantimento ás pessoas detidas neste vasto estabelecimento, já a titulo de correcçaõ, já como objecto de esmola publica, imaginei estabelecer o que se poderá chamar *forno perpetuo*.

Fiz construir no centro hum macisso de pedra, de quasi 8 pés de diametro, que occupava o meio de huma grande sala nas loges, e hum pequeno fogaõ fechado, proprio para nelle se queimar lenha, ou carvaõ de terra. O diametro do fogaõ era quasi 11 pollegadas, e a grelha estava 10 pollegadas acima do nivel da sala, e o cimo do fogaõ diminuido a 4 pollegadas. Immediatamente por cima desta garganta estreita se estabelecêraõ 6 canaes separados, e horisontaes (munidos de registos que se pudessem abrir e fechar quando se quizesse). A chama he dirigida por estes seis canaes para baixo de seis chapas de ferro fundido, que formaõ o fundo de 6 fornos sobre o mesmo nivelamento huns a par dos outros, e embutidos no macisso de pedra. Cada huma destas chapas tem a figura de hum triangulo equilateral, estes fornos se reunem

to-

todos no centro do macisso cylindrico de pedra; consequentemente os seus lados formaõ no fundo do macisso hum angulo de 60 gráos.

A chama, depois de ter circulado por baixo do fundo destes fornos, se eleva por dous canaes occultos na parede da frente de cada forno, e situados á direita e á esquerda da sua garganta: dahi passa para outros canaes semelhantes, que estaõ sobre a superficie plana de outra chapa triangular, que fórma a parte superior ou cimo do forno, e sahe por hum canal, munido de seu registo, para hum certo vacuo que se acha na parte de cima do macisso de pedra cylindrico, donde vai entaõ para hum tubo de ferro horisontal de 7 pollegadas de diametro, suspendida junto ao tecto da sala, e este tubo a conduz ao fumeiro da chaminé, que está posta a hum dos lados deste mesmo salaõ.

Os seis fornos, que estaõ juntos neste macisso de pedra e cal, ficaõ ligados huns aos outros por pequenos tabiques de tijolo, de pollegada e meia de grossura, e de dez pollegadas em quadro, postos estes tijolos de lado, mas como cada hum dos fornos tem o seu canal separado, munido de hum registo, e este canal communica com o fogaõ, póde-se aquecer hum ou mais destes fornos separadamente, e póde-se fazer passar o calor

alternativamente de hum a outro canal ; e havendo certas precauções, poderá a cocçaõ do paõ ser continua, e naõ interrompida.

He igualmente possivel, e conveniente continuar a dirigir o fogo para o forno de que já se tirou o paõ ; em quanto se enchem os outros fornos onde naõ ha fogo, com a massa de paõ que deve ser cozida.

O objecto principal que tive em vista na construcçaõ deste forno, foi acautelar o grande desperdicio de calor, que ordinariamente ha nos grandes fornos, cuja boca necessariamente deve estar aberta, em quanto se lhe mette a massa para se cozer, e quando se tira para fóra o paõ depois de cozido. Como a pequenhez destes fornos naõ admitte que lhe mettaõ mais de 5 pães grandes, he claro que em pouquissimo tempo se lhe póde metter, ou tirar o paõ ; durante este tempo, os outros 5 fornos estaõ fechados, e naõ perdem calor : e se aquece hum dos outros fornos, entretanto que a cocçaõ do paõ continua nos outros em differentes gráos.

Ainda que ao tempo da construcçaõ deste forno, naõ me restasse duvida alguma, de que elle corresponderia exactamente aos fins para que era dirigido, isto he, para cozer os bolos de aveia, que commummente saõ cozidos sobre chapas de ferro, com tudo naõ sa-

sabia então se elle poderia servir para cozer paõ. Naõ tinha ainda experimentado o cozer paõ neste forno, verdade he, que eu sabia muito bem que para cozer o paõ, nada mais he necessario do que calor, e dirigir e graduar este, era cousa que eu podia fazer, segundo me parecesse: entretanto suppunha que seria necessario algum processo particular para se poder cozer paõ nestes fornos de metal; eis-aqui o que eu naõ podia verificar senaõ pela experiencia.

Servia para sustentar as minhas esperanças certa descuberta accidental, feita pelo cozinheiro da Academia militar, o qual, depois de varios ensayos infructuosos, se servio muitas vezes, e com proveito, do forno de assar fazendo nelle cozer pasteis, pudins, e outras massas, tendo o cuidado de regular o gráo de calor á proporçaõ da necessidade que delle tinha; porque dando-se neste caso ao fogo a mesma actividade que he necessario para assar a carne, os pasteis, e outras massas se estragaráõ inteiramente. Descubrio o cozinheiro este importante segredo depois, de que póde gloriar-se, mas foi depois de muitas, e inuteis tentativas. Suppuz que me era licito publicallo aqui sem sua licença, pois o fazia a bem da humanidade.

O forno de assar deve estar bem quente antes que nelle se introduzaõ os pasteis, ou massas, e os tubos da corrente de ar jámais se devem fechar de todo, em quanto se cozem as massas.

Achei ultimamente que tomando estas precauções, se poderia cozer paõ nestes fornos de metal, bem como nos fornos da casa de industria de Dublin.

Por tanto suppuz que era muito possivel dispor o calor em tal maneira, que se pudesse executar este mesmo processo nos fornos aquecidos pela parte de fóra, e construidos, segundo os principios que acabo de enunciar; e que sendo assim, este methodo além de economisar o combustivel, poderia ter outras vantagens: fiz varias experiencias para me segurar disto quando voltei a Munich, e o exito foi taõ bom, que ha quatro mezes naõ como outro paõ senaõ o que he preparado pelo meu cozinheiro, e cozido em minha casa em folha de ferro, o qual he aquecido pela parte de fóra, do mesmo modo que os meus fornos de assar. Posso dizer mais, que ainda naõ comi melhor paõ, e todas as pessoas que o provaraõ saõ do mesmo sentimento: este paõ he muito leve, bem cozido, sem ser rencado, e e tem excellente gosto.

A codea hé singularmente delicada, e por isso he necessario fazer os pães muito pequenos, e pollos no forno em chapas de folha de ferro elevadas sobre pés de huma pollegada de altura. Se o paõ tocasse o fundo do forno se queimaria a codea, e estragaria o paõ. He preciso deixar huma sahida, para que o vapor, produzido pela cocçaõ do paõ, possa separar-se; o que se póde effeituar por meio de hum tubo de vapores munido com sua valvula, ou registo posta na porta do forno.

Naõ sendo aqui o lugar proprio de tratar esta materia, me abstenho de mencionar outras circunstancias; mas desejo instantemente que os padeiros, a quem este objecto interessa com mais particularidade, se occupem em fazer novas experiencias, examinando e rectificando estas.

Os meus fornos de assar e fornos de paõ, construidos, segundo os meus principios, seriaõ de grande utilidade a bordo dos navios. Fiz huma campanha em a qualidade de voluntario, na armada que commandava o Almirante Hardy em 1799, e fiz tambem varias outras viagens de mar assás longas; entaõ súbe experimentalmente quanto era difficil preparar os alimentos nas tempestades; que conforto naõ seria para a equipagem, fatigada

por

por manobras trabalhosas, o alcançar-lhe alimentos quentes, e bem preparados?

Para que os balanços e rolos do navio naõ desarranjem de fórma alguma o apparato necessario para cozer a carne nos fornos da minha invençaõ, a fórma do forno deve ser a de hum cylindro perfeito, e a frigideira de aparar o pingo, que se põe por baixo da carne, deve ser huma secçaõ longitudinal de outro cylindro, cujo diametro terá huma pollegada menos que o forno de assar: o cylindro deve ficar suspenso por dous gonzos, no eixo do forno, de maneira que a frigideira se possa facilmente voltar sem tocar os lados do forno. O forno de assar deve estar assentado em certo macisso de pedra e cal, cujo eixo deverá estar, segundo a direcçaõ do comprimento do navio, e para que o pingo ou caldo naõ caia fóra da frigideira, quando o navio joga de popa á proa, deverá a cavidade da frigideira estar dividida com repartimentos atravessados.

Resta-me ainda dar algumas insinuações, sobre a construcçaõ de huma cozinha, que fiz estabelecer nas casas da Sociedade de Dublin, e que póde servir de modélo para a cozinha de familias pouco numerosas: indicarei mais hum fogaõ de chaminé para cabanas, e hum for-

forno de cal que fiz construir no pateo grande deste edificio.

A respeito da cozinha devo observar, que ella era destinada naõ só para servir de modélo ás cozinhas de familias pequenas, mas tambem para fazer conhecer muitas outras invenções uteis, que se podem adoptar, em todo ou em parte, nas cozinhas ordinarias de qualquer especie, ou dimensaõ que sejaõ: julguei mais util isto, do que o dar simplesmente o modélo da construcçaõ de huma cozinha.

Tem esta muitos accessorios bem complatos, e ainda que algumas partes se pudessem evitar, me parece que se lhe acharáõ muitas utilidades, e que até se poderáõ adoptar para a cozinha de grandes familias.

Considero a distribuiçaõ de differentes partes desta cozinha a mais proxima á perfeiçaõ: ella he a mesma que a do hospital de *Pieta* em Verona, e que a da cozinha particular, que fiz construir debaixo dos meus olhos em Munich, na casa do *Senhor Baraõ de Lerchenfeld*, *gram mestre das cozinhas* de S. A. S. Eleitoral. Em hum dos Ensayos seguintes, que tratará exclusivamente da construcçaõ dos fogões, e dos utensis de cozinha, darei informações particulares sobre a maneira porque as differentes panélas, caldeiras de va-

por,

por, caçaróla, fornos de assar, e de massas, se achaõ dispostos e distribuidos no macisso de pedra das cozinhas de que acabo de fallar; e para fazer a minha descripçaõ perfeitamente intelligivel, eu a acompanharei com hum sufficiente numero de estampas.

Fogaõ da choupana, e marmita de ferro para fazer cozer alimentos para os pobres.

O fogaõ de choupana, que fiz para modélo no pateo da Sociedade de Dublin, naõ estava de todo acabado quando deixei a Irlanda; mas por este fogaõ se póde fazer idéa dos principios geraes, que devem dirigir semelhantes construcções. Havia alli hum fogaõ de chaminé descuberto, o qual era mui pequeno, e estava colloçado no meio de outro grande fogaõ aberto, da qualidade dos que se usaõ actualmente nas choupanas; a cada lado do fogaõ pequeno fiz pôr huma marmita de ferro de figura particular, e fundida por M. Jakson de Dublin; a qual era destinada a cozer os alimentos de familias pouco abastadas. Esta marmita he de fórma cylindrica, de quasi 16 pollegadas de diametro, e 8 pollegadas de profundo: debaixo do fundo da marmita, que he absolutamente chato, ha certa prominencia espiral, fundida com a mesma marmita, que

que lhe serve como de pé: as voltas desta espiral, quando a marmita descança no chaõ, formaõ o canal espiral porque a chama circula o fundo da marmita. A prominencia da espiral terá obra de meia pollegada de grossura, onde está em contacto com o fundo da panella; e menos da quarta parte de pollegada na parte inferior, terá quatro pollegadas de largura, ou, para melhor dizer, de profundidade. Esta peça sahida ou prominente, he de figura cónica para se poder fundir mais facilmente. A panella está defendida do ar exterior, por meio de hum cylindro de folha de ferro delgada, em que a panella está mettida: este cylindro tem o diametro igual á maior largura da marmita, e cano espiral tomados juntamente. A marmita fica justa neste involtorio ou capa cylindrica, e nella se firma por meio de hum eixo, á maneira de borda de prato, de pollegada e meia de profundo e algum tanto inclinado, que he fundido na parte exterior das bordas da marmita, e cuja superficie exterior fica exactamente justa com a beira superior do cylindro. Esta borda he util naõ só para servir a panella ao seu involtorio cylindrico, mas tambem para o ter em certa distancia dos lados da marmita, o que contribue para encerrar melhor o calor,

Para que a marmita se possa transportar facilmente, se lhe puzeraõ duas azas rebatidas no envoltorio cylindrico, e neste tambem se accommodou a tampa, que he de madeira.

Conheço que me exponho a critica, tratando com anticipaçaõ desta materia, visto que ella deve ter lugar em outra parte; porém o que acabo de dizer da marmita de ferro, he proprio para excitar a curiosidade de pessoas industriosas, que se aprazem em empregar as suas horas vagas na perfeiçaõ e melhoramento das descubertas uteis, e a contemplar os progressos da industria.

Modélo de hum forno de cal perpetuo.

Os objectos principaes, que tive em vista na construcçaõ do forno de cal, que se acha estabelecido no pateo das casas da Sociedade de Dublin foraõ:

1.° Fazer que o combustivel consummisse o fumo, para o que se obrigou a este, a descer, atrevessar o combustivel ardente, e produzir ahi todo o calor que fosse possivel.

2.° Fazer que a chama e o vapor aquecidos, que se elevaõ do fogo, estivessem em contacto com a pedra calcarea, na grande fornalha, e isto para o fim de economisar o calor,

e

e impedir que fuja para a atmosphera, o que se obteve dando ao forno a figura de hum cóne truncado, e grande elevaçaõ relativamente ao seu diametro; enchendo-o inteiramente de pedras de cal, e introduzindo-lhe o fogo pela baze do cóne.

3.° Fazer o processo *perpetuo* para acautelar o desperdicio de calor, que acompanha necessariamente o resfriamento do forno em quanto se vazia, e se torna a encher de pedra, operaçoes que obrigaõ a apagar o fogo.

4.° Arranjar e dispor todo o apparato de maneira, que estando a pedra calcinada, e por consequencia tendo hum gráo de calor considerabilissimo, possa ao esfriar-se communicar este calor, e ajudar a aquecer a nova carga de pedra com que o forno se enche, assim que se tira para fóra certa quantidade de cal.

Preenche-se este objecto bem, naõ estando o combustivel misturado com a pedra calcarea, mas sim consumindo-se em hum fogaõ fechado, feito ao lado do forno, pouco abaixo do fundo.

Quando os fornos de cal construidos, segundo estes principios, forem consideravelmente grandes, poderá haver muitos fogões praticados no mesmo cóne, e situados nos differentes lados; estes fogões podem estar

dispostos do mesmo modo, que aquelles que se usaõ para cozer a porcelana.

No fundo do forno ha huma porta, que se naõ abre senaõ para tirar a cal.

Tirando-se certa quantidade de cal a pedra que estava no forno se abáte, e o vacuo que em consequencia disso se fórma no cinzeiro do forno, deve immediatamente encher-se de novo com mais pedra de cal.

Assim que se tira para fóra certa quantidade de cal, se deve logo fechar immediamente a porta, e guarnecer-lhes aś juntas com terra barrenta humedecida, para impedir a passagem do ar frio pelo meio da cal; porém he necessario sempre deixar huma pequena abertura, pelas razões que vou a ponderar.

O fogo entra no forno algum tanto acima do fundo, e como a chama se eleva assim que entra nesta cavidade, toda a parte inferior do forno, isto he, a que fica abaixo do nivel do fógaõ, deve estar cheia de pedra já calcinada: esta pedra tem entaõ hum gráo de calor extremo, e por tanto, quando se lhe tira a cal por baixo, e qué ella desce para o lugar da cal que se tirou, o ar a quem ella communica o seu calor, por meio do contacto, deve elevar-se no interior, e atravessar até á parte superior do forno. Por tan-

tanto a pedra calcinada esfriando-se contribue para aquecer a nova carga que se deita no forno. Para facilitar esta communicaçaõ do calor da pedra calcinada com a que está na parte superior do forno, he necessario haver alguma corrente de ar que passe debaixo para cima, a qual se obtém deixando huma abertura na porta por onde entra o ar exterior para o forno. Esta abertura (que deve ser munida com huma especie de registro) deve ser pequenissima, aliàs occasionaria demasiada corrente de ar, o que seria mais nocivo, que proveitoso; algumas vezes até será util fechar o régisto quando a cal, tendo chegado á parte inferior do forno, estiver despojada de parte do seu calor.

A perfeiçaõ dos fornos de cal, he objecto de grande importancia, pois se tem feito quasi geral o uso da cal como estrume; pelo que espero destinar os primeiros momentos de descanço, que tiver, para fazer pesquizas mais sérias sobre esta materia: neste capitulo naõ fiz mais do que dar hum resumo das minhas idéas a este respeito, para que as pessoas, em quem se encontrarem os mesmos projectos, possaõ examinar, e rectificar o que eu fiz.

Conheço estar bem longe da perfeiçaõ o modélo de forno que fiz construir em Dublin:

foi

foi feito á pressa, em hum dia, e na antevespora da minha partida da Irlanda: porém actualmente estou mandando construir hum forno de cal, para o uso da Quinta do jardim inglez em Munich, e tentarei de o fazer o mais perfeito que for possivel. Realisando-se as esperanças do bom exito que supponho, terá este trabalho, publicarei a relaçaõ das minhas experiencias, acompanhadas das estampas necessarias para a intelligencia da materia.

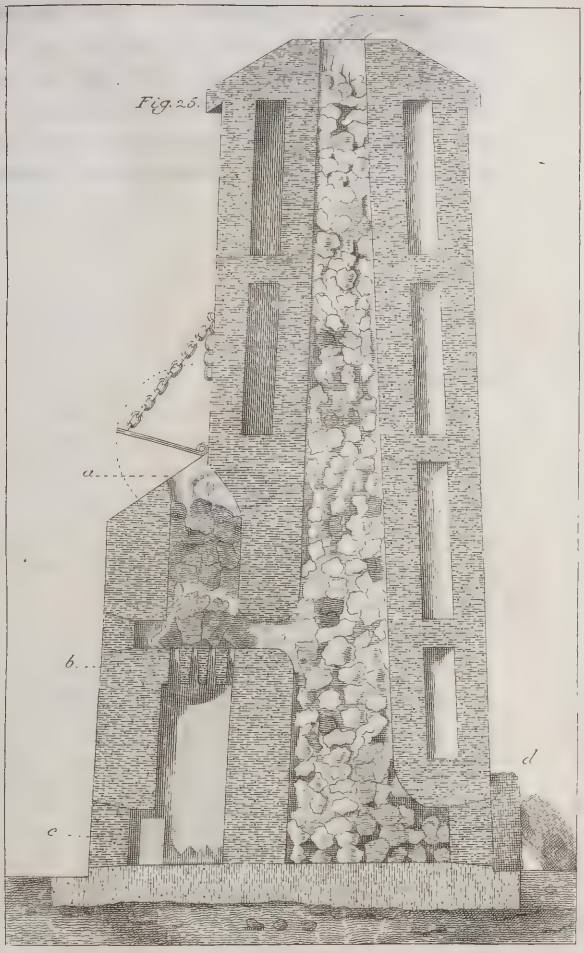
Seraõ estas experiencias agora mais necessarias e uteis, depois que se descobrio huma mina de carvaõ pouco distante de Munich, o que me facilitará o poder empregar alternativamente carvaõ, lenha, e leiva, nas experiencias, que fizer para obter cal neste forno.

Para dar ás pessoas que se quizerem occupar com o mesmo objecto, huma idéa mais completa do meu plano, aqui ajunto o esboço do forno de cal, que actualmente fiz construir. (Veja-se á Est. VI.)

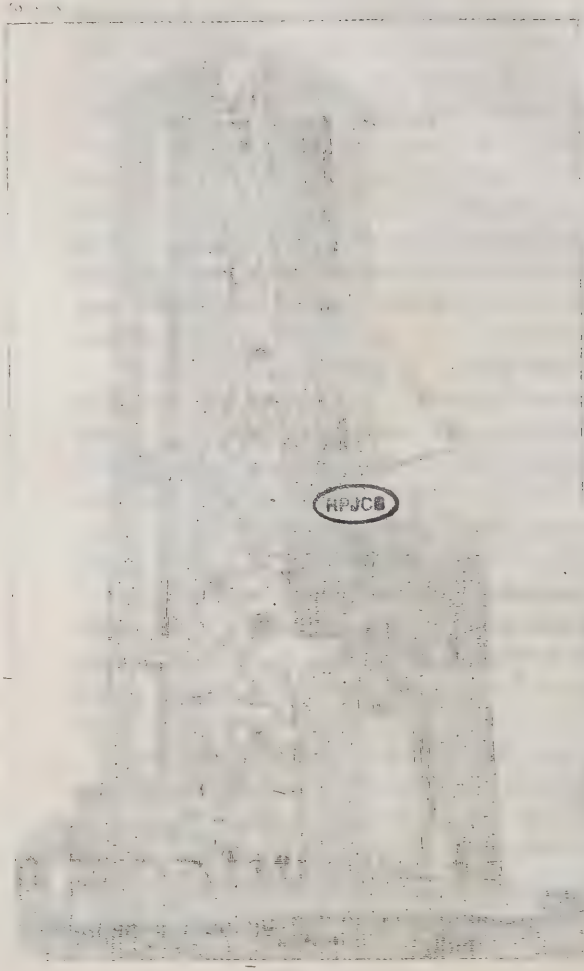
Suppuz que devia dar este resumo, para que pudessemos entrar em lide; e seguro a todos os meus oppositores, e concorrentes, que ficarei summamente satisfeito de os ver avantejar-me na carreira, que de concerto discorremos.

Pa-

Fig. 25.



Verto Ensaio


HPJCB

Parece-me que naõ me engano se disser, que o resultado do trabalho dos meus semelhantes me dá tanto prazer, quanto tenho pelas minhas proprias experiencias; e se me posso lisongear de ter de alguma maneira contribuido para provocar meditações uteis, experimento tal satisfaçaõ, que he difficil de a exprimir.

EX-

EXPLICAÇAÕ DAS ESTAMPAS.

Estampa I.

Fig. 1. Vista da tampa dobre para caldeiras, caldeirões, ou caçarólas. Ve-se o braço que entra na caldeira, e em parte, pelo lado superior, o tubo por onde sahem os vapores: a outra parte do tubo, he denotada por linhas pontuadas. (Veja-se a pag. 21)

Fig. 2. A mesma tampa posta sobre a caldeira: está quebrada parte desta tampa para se poder ver a direcçaõ do tubo de vapores. Nesta figura a altura da tampa he igual á metade do seu diametro maior; porém eu experimentei que a altura do terço do diametro, he sufficiente.

Fig. 3. e 4. Representaõ as grelhas circulares da minha invençaõ, feitas para os fogões de cozinha fechados. Podem-se fazer desde 5 até 18 pollegadas de diametro, segundo as dimensões da caldeira. A regra que segui para determinar as proporções da grelha de qualquer caldeira de figura circular, foi tomar a metade do diametro superior da caldeira de huma borda á outra.

Fig.

Fig. 5. He o cóne truncado inverso, feito de folha de ferro, o qual deve estar posto immediatamente por baixo da grelha, cujas bordas ficaõ imbebidas nas bordas do mesmo cóne: sendo as grelhas grandes, póde-se fazer este cóne de barro, ou de tijolo e cal; póde-se tambem fazer de barro de panélas, para os pequenos fogões, e he, cuido eu, huma das melhores substancias, que se podem empregar para este fim. (Veja-se a pag. 47)

Fig. 6. 7. 8. Representaõ hum tijolo furado com a buxa, que serve para fechar o orificio por onde se introduz o combustivel no fogaõ. O diametro da abertura circular, feita neste tijolo, póde ser de 6 até 7 pollegadas. (Veja-se a pag. 33)

Estampa II.

As figuras desta estampa desde 9 até 16, representaõ a construcçaõ da porta de hum cinzeiro com o seu registro. (Vej. a pag. 44)

Fig. 9. Representa a porta vista pela frente, com o seu registro: todas as partes desta porta saõ de ferro, excepto as quatro linguetas que seguraõ pela frente a chapa circular que fórma o registro: estas linguetas saõ de cobre, bem como a chapa circular do diametro de hum pequeno *escudo*, no centro do

gistro porque o cobre he menos sugeito á ferrugem do que o ferro.

Fig. 10. A porta fixa no seu caixilho, e vista pela parte superior: ve-se aqui o modo porque ella entra no caixilho, e as faxas de ferro *a*, *b*, *c*, *d*, que seguraõ o caixilho na parede.

Fig. 11. he huma secçaõ horisontal tomada pelo meio da porta, e do seu caixilho, e que atravessa o botaõ da aldrave, que serve de fechar a porta.

Fig. 12. He a secçaõ deste botaõ e aldrave, posto em ponto maior, para mostrar o modo porque he feito.

Fig. 13. Mostra a chapa de folha de ferro que fórma o exterior da porta, com os buracos que servem para fechar os outros accessorios.

Fig. 14. He a chapa circular que fórma o registro com o botaõ sahido para fóra, por onde se leva o registro em roda.

Fig. 15. e 16. Mostraõ, em ponto grande, huma das linguetas de cobre que segura o registro circular.

He necessario attender, na construcçaõ destas portas de registro, e em geral de tódas as portas de ferro, destinadas aos fogões, de qualquer dimensaõ que sejaõ; a que a porta naõ entre dentro do batente ou caixilho,

mas

mas sim que fique bem justa aõ exterior da abertura qué tem de fechar, e cuja superficie se póde aplanar bem esfregando-a sobre a pedra de amolar. Neste caso, sendo a porta bem plana, e regularmente mettida nos gonzos, fechará com facilidade, e justeza, a pezar do alargamento occasionado pelo calor no metal; o que naõ acontecerá se a porta estiver no batente.

Se o calor for mui forte, será necessario fazer-se o caixilho da porta de barro, capaz de sustentar o fogo; e a parte da porta qué está exposta á acçaõ immediata do fogo, deve ser guarnecida, ou com huma camada de barro sustida por ganchos de ferro, ou com hum macisso, de quasi duas pollegadas de grossura, feito de argila composta, misturada com certa proporçaõ de fragmentos de cadinhos, e este todo seguro por prégos de ferro de cabeça larga, e sufficientemente compridos. Bem batida esta massa, e secca lentamente, e havendo a precauçaõ de lhe ir tapando as rachas que se vaõ fazendo, se coze pouco a pouco com a acçaõ do mesmo fogo do forno, e faz durar a porta dez vezes mais do que duraria estando sem este preservativo. A face interior das portas dos dous fornos da fabrica de cerveja que fiz construir em Munich, hé guarnecida desta maneira, e

ao mesmo que esta disposiçaõ preenche excellentemente os seus fins, naõ se tem descuberto que traga com sigo o menor inconveniente.

Estampa III.

Fig. 17. Mostra a frente do fogaõ da fabrica de cerveja de Nauhauseb, e da tampa da caldeira, ficando esta mettida na parede. A porta interior do fogaõ se representa, como estando fechada, e para que ella aparecesse se tirou a porta exterior. As duas concavidades de abobada *A* e *B* feitas no macisso da parede á direita, e á esquerda do fogaõ, servem para nellas se pôr o combustivel, e ao mesmo tempo se poupaõ os tijolos com que ellas seriaõ cheias. As repartições do fogaõ, e os differentes canaes, e huma secçaõ da caldeira saõ representados por linhas pontuadas. O foramen circular, á esquerda da porta do fogaõ, he a abertura, que se fez para ver o offeito do combustivel inflammado.

a e *b* he o caixilho de madeira, que abraça a caldeira; *c d* he o plano sobre que estaõ os trabalhadores quando se empregaõ em vazar a caldeira, etc.: *e*, *f*, plano que serve de passagem de hum lado da caldeira para o outro. Este plano que tem 18 pollegadas de lar-

largo, tem 12 pollegadas de altura mais que os outros, e isto para que as aberturas dos canaes *g*, e *h*, fiquem desempedidas por duas carreiras de tijolos, excepto na occasiaõ em que se querem limpar.

Fig. 18. Secçaõ horisontal do fogaõ ao nivel do fundo da caldeira; *a*, *a*, *a*, *a*, saõ quatro aberturas por onde se podem limpar os canaes, que rodeavaõ a caldeira, na primitiva construcçaõ desta fabrica de cerveja; *b* o tubo por onde o fumo passava para a chaminé.

A entrada do fogaõ e o tubo cónico, feito no muro, que serve de janella para observar o effeito do fogo, saõ notados por linhas pontuadas. A posiçaõ da porta interior do fogaõ, he notada por huma linha pontuada *c*, *d*: a grelha circular em fórma de cadinho he representada no seu lugar, e se vem todas as paredes dos canaes por baixo da caldeira. As settas nos canaes designaõ a direcçaõ da chama. (Veja-se a pag. 107)

Es-

Estampa IV.

Fig. 19. Secçaõ vertical da caldeira representada na estampa antecedente (Fig. 17). Esta secçaõ he feita pelo meio da caldeira do fogaõ, e da tampa. *A* he o cinzeiro com huma secçaõ da sua porta e registro. *B* he o fogaõ com a sua grelha circular. *C* he a abertura por onde se introduz o combustivel com a secçaõ das suas duas portas. *D* he o espaço que se deixa vazio para economisar tijolos. *E* a caldeira. *F* a sua tampa de madeira. *M* o tubo de vapores, munido com o seu registro. *RR* a parede da casa contra quem se apoia a parede que sustenta a caldeira: *a b* o caixilho de madeira onde está encaixada a caldeira. Nesta figura se póde ver distinctamente o modo porque he construida a tampa da caldeira, a sua figura, e a porta e janella que lhe ficaõ juntas.

Fig. 20. Secçaõ horisontal deste fogaõ, feita ao nivel do fundo do canal, que cercava a caldeira, e onde circula a chama antes de se concertar o fogaõ. Os canaes por baixo da caldeira saõ indicados, nesta figura, por linhas de pontos.

Estampa V.

Fig. 21. Secçaõ horisontal do fogaõ da fabrica de cerveja feita ao nivel da summidade dos canaes que ficaõ por baixo da caldeira, *depois que se fechou o orificio do canal que rodéa a caldeira*, ou para melhor dizer, depois que se impedio que a chama circulasse no canal. Esta figura mostra o estado actual do fogaõ. (Veja-se a pag. 137)

As settas curvas designaõ a direcçaõ da chama nos canaes; *a*, *b*, saõ os dous canaes por onde o fumo passa para a chaminé, hum e outro saõ munidos de hum registro, e *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, saõ seis pequenas aberturas, que communicaõ com os canaes por onde a chama e vapor aquecido podem passar para a cavidade, que servia antecedentemente de canal em torno da caldeira.

Fig. 22. He a frente da porta do cinzeiro, neste fogaõ, juntamente com o seu registro: a porta se fecha com huma aldrave de figura particular, como indica a figura.

Fig. 23. He a porta sem o registro.

Fig. 24. A chapa circular feita no registro.

Esta porta de cinzeiro fecha contra a face do seu caixilho sem entrar nelle: as razões que ha para adaptar assim a porta ficaõ já explicadas. (Veja-se a descripçaõ da Est. II.)

Es-

Estampa VI.

Fig. 25. He a secçaõ do forno de cal pequeno, construido em Munich, com o designio de servir para algumas experiencias. A altura do forno he de 15 pés, o seu diametro interior no fundo, he de 2 pés, e o diametro superior de 9 pollegadas. Para conter melhor o calor, se lhe fizeraõ paredes dobres: saõ estas de tijolo, e o intervallo de huma á outra se encheo de cinzas de lenha bem seccas. Para dar mais solidez ao todo, se ligáraõ estas duas paredes em muitas partes com travessas horisontaes, feitas de tijolo bem argamaçado.

a, He a abertura por onde se introduz o combustivel, e he por esta abertura que entra para o fogaõ o ar que alimenta o fogo. O fogaõ está representado, como se estivesse cheio de carvaõ, e a chama passasse lateralmente para a cavidade do forno por huma abertura feita para este fim no fundo do fogaõ.

A abertura superior por onde se introduz o combustivel, está coberta com huma chapa de ferro, que anda sobre gonzos; esta chapa, que está suprida por huma corrente, vem a servir de registro para moderar o fogo, levantando-se mais ou menos, segundo a precisaõ que disso ha.

Ve-

Ve-se na figura huma secçaõ desta chapa e da codia que a sustém.

b. He huma abertura na parede da frente do fogaõ, que serve algumas vezes para limpar o fogaõ, e a abertura por onde a chama entra no forno. Esta abertura, que naõ deve jámais estar fechada de todo, serve tambem para admittir huma pequena quantidade de ar que vem ter ao fogaõ horisontalmente. Pareceo util, e talvez necessario introduzir assim esta pequena porçaõ de ar, nos fogões em que se obriga a chama a descer, em razaõ de consumir o fumo. Por tanto podem-se fazer outros buracos para o mesmo fim, todos na parede da frente do fogaõ, e munidos de rolhas de figura cónica.

O fundo do fogaõ he huma grelha, feita de tijolos postos de lado, e debaixo desta grelha está o cinzeiro: mas como esta grelha deve impedir absolutamente o accesso do ar ao fogaõ, a porta do cinzeiro *c* está constantemente fechada, e naõ se abre senaõ quando he necessario tirar pora fóra as cinzas.

d. He a abertura por onde a cal sahe do forno, esta abertura deve estar inteiramente fechada, para obstar a entrada de alguma corrente de ar que permeie a pedra, que se está calcinando.

Quando se tira a cal do forno, deve ha-

ver cuidado de se naõ tirar senaõ a parte que está por baixo do nivel do fogaõ, e para se conhecer que se tem tirado precisamente a quantidade devida, se lança a cal tirada em hum fosso, que fique proximo á abertura por onde sahe a cal, e cujas dimensões sejaõ taes, que façaõ servir de medida exacta neste caso.

Tirada a cal pelo fundo do forno, he necessario substituir por cima o vácuo que ella deixa, deitando no forno mais pedra calcarea, e durante esta operaçaõ, se póde fazer parar o effeito do fogo, fechando a abertura do fogaõ com a respectiva chapa de ferro.

Achando-se que he necessario regular o fogo, ou distribuir differentemente o calor, para fazer a cal, naõ ha mais que fechar ou abrir, mais ou menos, a abertura superior do forno com huma pedra lioz, ou com huma chapa de ferro fundido.

As paredes dobres do forno, o espaço que fica entre ellas, e as travessas que as unem, estaõ denotados nestas figuras. O forno se representa cheio de pedras redondas, taes como as que se usaõ em Munich. Estas pedras se despegaõ das montanhas nas fronteiras de Baviera, e vem ter á capital pelo Iser: a violencia da corrente deste rio bate n'umas pedras contra as outras, e lhes dá esta figura arredondada.

EN-

ENSAYO VII.

Sobre a maneira porque se propaga o *calor nos fluidos.*

Sobre certa lei notavel, que se observa na condensaçaõ da *agua pelo frio*, quando este liquido se approxima ao termo da congelaçaõ; e sobre os effeitos admiraveis, que resultaõ da mesma lei, e que influem na economia da *Natureza.*

Com algumas conjecturas sobre as causas finaes da qualidade salina do mar.

ADVERTENCIA

Relativa a este setimo Ensayo.

HE o Author outra vez obrigado a desculpar-se de interromper a ordem, que tinha estabelecido para a publicaçaõ dos seus Ensayos, e que tinha já annunciado ao público. O tractado sobre os fogões e utensis de cozinha, que o Author prometteo ha algum tempo, e que, segundo o plano da sua obra, devia formar o Ensayo VII., naõ está ainda em estado

de aparecer: o desejo de fazer este tractado o mais perfeito que for possivel, obrigou o Author a demorar a sua publicaçaõ até que obtivesse o resultado de algumas experiencias novas, em que actualmente se occupa, e que espera daráõ grandes luzes á theoria da conducçaõ do calor na preparaçaõ economica dos alimentos.

O objecto principal destas experiencias, foi inventar huma especie de fogaõ fechado e portatil, que pudesse servir para fazer a cozinha de familias pouco numerosas, em lugar de empregar nisto os fogões fixos, que actualmente se usaõ. Desejava-se tambem que este forno pudesse servir na occasiaõ em que os particulares tem de dar de comer a maior numero de pessoas, do que aquellas que compoem ordinariamente a sua familia.

Estes fogões portateis seráõ extremamente uteis ás familias pobres, que saõ obrigadas a preparar os seus alimentos na mesma camara em que vivem, e conviráõ igualmente ás cozinhas dos ricos, que de ordinario saõ mais espaçosas, e menos economicas do que deveriaõ ser, se se adoptasse este methodo de fazer accidentalmente a cozinha para grande numero de pessoas.

Outro objecto deste trabalho, e que certamente he da maior importancia, vem a ser

o

o modo de preparar os alimentos nas caçaróla e outros vasos de louça vidrada, ou barro cozido, em lugar de empregar o cobre que até aqui servia para toda a frasca de cozinha; esta mudança evitaria os perniciosos effeitos daquelle metal, e os que produz tambem o estanho, com que de ordinario se forraõ as peças de cobre.

O Author dirige actualmente a construcçaõ de huma cozinha nas casas da escóla veterinaria, situada no jardim inglez de Munich, onde se naõ empregará metal algum: todas as marmitas, caçaróla, e mais utensis e accessorios, seráõ de porcelana branca delgadissima, sem angulos sahidos, e cobertas com huma folha de ferro muito delgada para impedir os effeitos da applicaçaõ repentina do calor. A experiencia determinará quaes saõ as melhores invenções neste genero, que merecem adoptar-se para modélo: o publico terá a relaçaõ fiel do resultado destas experiencias.

Occupa actualmente o Author certa experiencia de outro genero, que naõ póde deixar de ser interessante a toda a alma bemfeitora, e cujo resultado deve ser apresentado ao publico. Vai o Author a formar certo estabelecimento publico, debaixo de plano no-

novo, onde se possaõ educar 100 crianças de hum e outro sexo, desde a idade de cinco até seis annos; e espera que esta experiencia provará decididamente, que taes crianças podem ser educadas e sustentadas, sem que despendaõ cousa alguma, nem seus pais, nem o publico. Para fazer aos meninos sãos, robustos, e ageis, se lhes ordenáraõ muitos exercicios ao ar livre; grande parte das suas horas vagas, seraõ empregadas em cultivar a quinta e horta; e se lhes deixará tambem o tempo necessario para o seu recreio.

Dar-se-lhes-haõ os principios de agricultura, ensinando-lhes o modo de se occuparem com toda a qualidade de objectos ruraes. Durante o inverno, e pelo máo tempo, se empregaráõ em diversas manufacturas, que naõ sejaõ prejudiciaes á saude. E para animar ainda mais o espirito de industria, que se deseja introduzir nos meninos, postos neste estabelecimento, todo o producto do seu trabalho, que exceder á despeza necessaria do seu mantimento, lhes deve pertencer. Haverá huma conta exacta, e separada do seu trabalho, e despeza desde o momento em que entrarem no estabelecimento, até ao em que delle sahirem; e nesta época se lhes entregará fielmente o balanço.

Se-

Segundo a conta, que se fez na casa de industria de Munich, do producto do trabalho das crianças, comparado com a despeza do seu entretenimento, ha muita razaõ de esperar, que esta empreza deve ser bem succedida.

EN-

ENSAYO VII.

SOBRE O MODO PORQUE O CALOR SE PROPAGA NOS FLUIDOS.

CAPITULO I.

Perigos, que ha em adoptar sem exame, as opiniões recebidas no curso de especulações philosophicas. Já mais se duvidou da passagem livre do calor por todos os corpos, e em todas as direcções. Entretanto o calor naõ passa desta maneira por todos os corpos sem excepçaõ. O ar e agua, e provavelmente os outros fluidos, *saõ effectivamente* naõ conductores do calor. *Descubertas accidentaes, que motivaraõ as indagações experimentaes sobre esta interessante materia. O movimento interior das particulas dos fluidos feito visivel. A propagaçaõ do calor nos fluidos he obstruida e retardada por tudo quanto impede o movimento interior das suas particulas. Póde-se logo concluir que o calor se propaga por huma serie destes movimentos, que saõ os que*

o

o transportaõ, e que impedem a sua passagem. As pelles, as pennas, o cotaõ, e todas as demais substancias que fórmaõ coberturas quentes para encerrar o calor no ar aberto, produzem os mesmos effeitos na agua, segundo o resultado da experiencia. Estes effeitos saõ produzidos em ambos os fluidos pela mesma maneira, isto he, impedindo o movimento das suas particulas na transacçaõ do calor. A potencia conductora da agua se diminue sensivelmente, quando se lhe misturaõ substancias que a fazem viscosa, e que diminuem a sua fluidez. A descuberta do modo porque o calor se propaga na agua, dá muitas luzes sobre varias operações as mais interessantes da natureza. Ella nos habilita a dar a razaõ do modo porque as arvores, os frutos, e os vegetaes, se conservaõ nos climas frios durante o inverno.

Nada he mais perigoso no curso das explicações philosophicas, do que considerar huma cousa como certa (ainda no caso que o pareça) antes de que se tenha provado por experiencias decisivas.

Muitas vezes tenho lamentado naõ ter conhecida a verdade deste principio, quando

me occupava em desenvolver objectos de phisica.

Naõ ha, sem duvida, phenomeno algum que se apresente mais vezes aos olhos do observador, do que a propagaçaõ do calor. As mudanças de temperatura nos corpos solidos, nos liquidos, e nos fluidos elasticos ferem continuadamente os nossos sentidos; e será mais facil duvidar de outro qualquer facto, do que da passagem do calor em todas as direcções, por meio de toda a especie de corpos. Porém ainda que a observaçaõ, e a experiencia diaria, no decurso da vida, pareça conduzir-nos a olhar este facto como evidentemente demonstrado, com tudo verdadeiramente o naõ he. Logo he a esta opiniaõ erronea, universalmente espalhada na classe dos sabios, e na dos ignorantes, que se devem attribuir os poucos progressos que se tem feito no conhecimento do calor, naõ obstante ser objecto da maior importancia para o genero humano.

Foi debaixo da influencia desta opiniaõ, que principiei, ha alguns annos, as minhas experiencias sobre o calor, e se huma descoberta accidental naõ fixasse a minha opiniaõ pela maneira a mais irresistivel, jámais teria duvidado que o calor passava livremente pelo ar: e ainda depois de ter sido obrigado a con-

concluir, pelo resultado das minhas experiencias que me pareciaõ perfeitamente decisivas, que o ar era hum naõ conductor do calor, ou que o calor naõ podia atravessallo sem que fosse conduzido pelas suas particulas, que no processo obraõ individualmente, istó he, independentes humas das outras; longe de continuar a seguir o objecto, e de suppor a maneira porque o calor se communica aos outros corpos, naõ me parecia que tinha direito bastante para conjecturar que esta qualidade se extenderia além dos fluidos elasticos.

A respeito dos liquidos, estava persuadido que o calor os podia atravessar livremente em todas as direcções: tal era a cegueira em que este prejuiso me tinha, que naõ podia ver as mais palpaveis provas da falcidade da minha opiniaõ.

No meu VI. Ensayo, sobre a conducçaõ do fogo, e sobre a economia do combustivel, referi a maneira porque cheguei a descobrir que o vapor e a chama saõ naõ conductores do calor. Agora apresentarei ao publico huma serie de experiencias, que parecem demonstrar que a agua, e provavelmente todos os liquidos, e os fluidos de qualquer especie que sejaõ, possuem a mesma propriedade. Quero dizer, que ainda que as particulas de hum fluido tomadas individualmente possaõ rece-

ber o calor dos outros corpos, e communicallo; com tudo a mudança e toda a communicaçaõ do calor entre estas mesmas particulas, he absolutamente impossivel.

Talvez naõ seja inutil que eu dê ao leitor algum conhecimento das descubertas graduaes, que me levaraõ a fazer indagações experimentaes sobre a materia de que se trata.

Observei muitas vezes ao jantar, que certas comidas retinhaõ o calor por mais tempo do que outras, que os pasteis de maçãas, por exemplo, bem como certa marmelada de maçãas e amendoas (que se usa muito em Inglaterra) possuiaõ esta propriedade em gráo eminente.

Já mais escaldava a bocca, ou via acontecer este phenomeno aos meus hospedes, sem que me naõ lembrasse, posto que em vaõ, a causa deste phenomeno admiravel.

Ha perto de quatro annos que hum semelhante accidente despertou principalmente a minha attençaõ: estava occupado com certa experiencia, que naõ podia interromper, em huma camara aquecida por huma estufa de ferro: trouxeraõ-me o jantar, que constava de huma tijéla de arroz muito espesso, e como estava muito occupado e o naõ podia comer logo, mandei que puzessem a tijéla sobre a estufa para se naõ esfriar a sopa. Huma

ma hora quasi ao depois, tirei huma colherada de arroz, que ficava á superficie, e o achei quasi frio, e muito espesso. O acaso me fez megulhar mais a colher, e esta segunda colherada estava insupportavelmente quente. (1)

Este accidente me trouxe á lembrança os pasteis de maçãas e amendoas, que tantas vezes me tinhaõ escaldado em Inglaterra: mas ainda que este accidente me admirasse muito, com tudo naõ me abrio os olhos de todo, e sempre fiquei persuadido de que a agua era hum naõ conductor do calor.

Estava em Napoles no primeiro do anno de 1794, e entre os muitos e interessantes phenomenos que offerecem os Naturalistas, as aguas termaes de Baies, houve hum que me ferio mais que todos os outros. Estava na borda do mar proximo nos banhos, e vi que o vapor ardente, que sahia por cada fenda do rochedo se elevava do chaõ por si mesmo: tive a fantasia de metter a maõ na agua e naõ me admirou achalla fria, visto que as ondas do

(1) Provavelmente a estufa estava quasi fria quando puzeraõ sobre ella a tijéla, e o arroz tinha esfriado do lado, quando se lhe misturou repentinamente mais calor pela introducçaõ de nova quantidade de combustivel na estufa.

do mar, que saccodiaõ ás outras rapidamente se despedaçavaõ contra a praia: admirei-me porém de achar, mettendo os dedos na aréa, por meio da agua fria, que havia hum gráo de calor assás consideravel para me obrigar a tirar a maõ logo. A aréa estava absolutamente molhada, entretanto a temperatura era extremamente differente na profundidade de duas ou tres pollegadas: este facto me parecia absolutamente incompativel com a potencia conductora que suppunha existir na agua. Achei que a superficie da aréa estava, segundo a apparencia, taõ fria como a agua que cobria, e isto augmentou ainda mais a minha admiraçaõ. Comecei entaõ a duvidar da qualidade conductora da agua, e tomei a resoluçaõ de fazer experiencias para verificar o facto: mas naõ pude executar o projecto senaõ haverá hum mez a esta parte; e talvez nunca me teria lembrado fazello se hum facto inesperado, que á pouco tempo observei naõ tivesse despertado a minha curiosidade.

No curso das minhas experiencias sobre a communicaçaõ do calor, tive occasiaõ de empregar thermometros de dimensões extraordinarias: havia hum cujo globo era de mais de 4 pollegadas de diametro, e continhaõ estes thermometros differentes liquidos. Tendo exposto hum destes thermometros, cheio de

es-

espirito de vinho, ao maior calor que podia supportar, o approximei a certa janella, onde aconteceo que dava o sol, para observar o seu resfriamento. Ao depois olhando para o tubo, que estava inteiramente descoberto (porque a graduaçaõ da escala estava marcada sobre o mesmo vidro á ponta de diamante) notei hum phenomeno que me admirou, e me interessou o mais que he possivel: vi toda a massa do liquor no tubo muito agitada por certo movimento que tinha duas direcções oppostas, subindo e descendo ao mesmo tempo. O globo do thermometro, que era de cobre, tinha sido feito dous annos antes de que eu tivesse occasiaõ de commeçar a experiencia; e este globo naõ tendo sido, nem cheio nem fechado, se lhe tinhaõ introduzido algumas particulas de poeira, e estas particulas, misturadas com o espirito de vinho, estavaõ perfeitamente visiveis por causa dos raios do sol (assim como acontece á poeira que existe na atmosphera de huma casa naõ esclarecida, a qual se faz visivel pelos raios solares que se introduzem por alguma fresta) e o movimento destas particulas descobria os movimentos violentos que agitavaõ o espirito de vinho, contido no tubo do thermometro.

Este tubo, que tinha de diametro $\frac{41}{100}$ de pollegada, era delgadissimo, o vidro transparen-

ren-

rente e sem cor; o que fazia com que se observasse distinctamente o phenomeno, e até apresentava hum lindo espectaculo. Examinando com huma lente o movimento do espirito de vinho, achei que a corrente *ascendente* occupava o *eixo do tubo*, e que o liquido descia *encostado ás paredes.*

Inclinando o tubo hum pouco, a corrente ascendente sahia do eixo e occupava o lado superior do tubo, entretanto que a corrente descendente occupava a parte superior.

Acceleraudo-se o resfriamento do espirito de vinho, o que se faz melhorando o tubo em agua de neve, se acceleraõ sensivelmente as velocidades das correntes tanto ascendente, como descendente.

Cobrindo a bolla do thermometro com pele, ou outro qualquer involtorio quente, se prolonga este movimento por mais tempo.

Repeti a experiencia em hum thermometro precisamente das mesmas dimensões, mas cheio de oleo de linhaça, as apparencias foraõ as mesmas em todo o sentido. A direcçaõ das correntes, e as partes do tubo, que ellas occupavaõ, eraõ semelhantes; e o seu movimento parecia taõ rapido, como o dos thermometros cheios de espirito de vinho.

Por tanto naõ me ficou duvida alguma sobre a causa destes phenomenos, e me persua-

suadi logo de que o movimento dos liquidos provinha de que as suas particulas hiraõ depor, *individual*, e successivamente o seu calor contra os lados frios do tubo, do mesmo modo que demonstrei, que as particulas de ar communicaõ o seu calor aos outros corpos: tive logo de concluir, que os liquidos que tinha empregado, e provavelmente todo o outro liquido qualquer, eraõ na realidade *naõ-conductores* do calor, ou que se o calor se propagava nelles sómente *em consequencia do movimento interior* das suas particulas; nesta supposiçaõ, tudo o que tendesse a impedir os seus movimentos, deveria certamente retardar a operaçaõ, e fazer a propagaçaõ do calor mais lenta, e mais difficil. Tinha achado que este facto estava verificado quanto ao ar, e ainda que (pela influencia de hum prejuiso antigo e profundamente arreigado) concluisse precipitadamente em consequencia de experiencias imperfeitas, que este phenomeno naõ tinha lugar a respeito da agua; com tudo achava razões fortissimas para duvidar deste resultado, e novos motivos para tornar al examinar a materia com mais cuidado e attençaõ.

Assentei que o melhor modo de proceder nestas indagações, era seguir o mesmo methodo que tinha adoptado nas experiencias

relativas á propriedade conductora do ar, e preparei o apparato conveniente para estas operações. O primeiro objecto que tive em vista, foi descobrir se a propagaçaõ do calor, premeiando a agua, era ou naõ interrompida, quando se punhaõ obstaculos ao movimento interior, que podia occasionar a mudança de temperatura nas particulas da agua: procurei fazer passar certa quantidade de calor por meio de huma determinada quantidade de agua pura, encerrada em certo espaço, e notando o tempo empregado nesta operaçaõ, repeti a experiencia com o mesmo apparato; com esta differença sómente, que na segunda experiencia, a agua que o calor devia atravessar, em vez de ser pura, estava misturada com huma pequenissima quantidade de substancia muito fria (como por exemplo cotaõ) que sem alterar nenhuma das suas propriedades chimicas, e sem diminuir a sua fluidez, servia taõ sómente de impedir e embaraçar o movimento das particulas da agua quando transportavaõ o calor: no caso em que o calor fosse realmente transportado ou *carregado* deste modo, e naõ passasse livremente por meio do liquido.

O corpo que recebia o calor e servia ao mesmo tempo de medir a sua intensidade, era hum grande thermometro cylindrico (ve-

ja-

ja-se a fig. 1.). O resultado deste thermometro, que he de folha de lataõ muito delgada, tem a figura cylindrica, as suas extremidades se terminaõ por hemispherios: as suas dimensões saõ as seguintes:

Dimensões do reservatorio do thermomet.	Diametro	1,84	de polleg.
	comprimento	4,99	
	capacidade	13,2099	pol. cub.
	superfic. exter.	28,834	pollegad.

A grossura da folha de lataõ de que o reservatorio he formado, he de 0,03 de pollegada: seu pezo vazio, he de 1849 grãos; póde conter 3344 grãos de agua na temperatura de 55 gr. Este cylindro de cobre tem hum tubo de vidro de 24 pollegadas de comprimento, e de $\frac{14}{10}$ de pollegada de diametro, adaptado por meio de huma rolha de cortiça a hum tubo cylindrico, ou gargalo de cobre de huma pollegada de comprimento e $\frac{65}{100}$ de pollegada de diametro, pegado ao cylindro metalico.

Cheio este thermometro de oleo de linhaça, e graduada a sua escala, se fixa no eixo de hum cylindro de lataõ, ouco, mui delgado, de $11\frac{1}{2}$ pol. de comprimento, e de 2,3435 pollegadas de diametro interior. Este cylindro, que he aberto por huma de suas extremidades, he fechado pela outra com hum fundo hemispherico, cuja convexidade fica para fóra.

O cylindro peza 2261 grãos, e á folha de latão de que elle he fabricado tem 0,0128 de pollegada de grossura.

O cylindro deste thermometro foi posto na parte inferior do tubo cylindrico, e fixo no eixo deste tubo por meio de tres tornos de madeira de quasi $\frac{1}{10}$ de pollegada de diametro e $\frac{1}{4}$ de pollegada de comprimento, estes tornos estão fixos em tubos de latão delgadissimos de $\frac{1}{10}$ de pollegada de diametro, e de $\frac{3}{20}$ de pollegada de comprimento. Estes tubos curtissimos que saõ postos em distancias convenientes, no interior do grande tubo de cobre, proximos á sua extremidade inferior, onde estaõ bem firmes; porque estaõ soldados, servem de recontro em que estaõ inseridas as extremidades das pontas de madeira que se dirigem para o eixo do grande tubo cylindrico; e estas pontas mantém no seu lugar a extremidade do cylindro thermometrico. A sua parte superior he mantida no eixo do tubo de cobre atravessando o meio da rolha de cortiça que fecha a extremidade do cylindro em *b g*.

O fundo do cylindro thermometrico naõ descança sobre o fundo hemispherico do cylindro de cobre, mas he sustentado na distancia de hum quarto de pollegada acima, por huma ponta de madeira, semelhante áquellas,

lá, que acabamos de descrever, a qual está fixa em hum pequeno recontro que se acha no meio do fundo do tubo cylindrico, e se dirige debaixo para cima. A extremidade de todas estas pontas de madeira, que se projectaõ, além dos recontros em que estaõ fixas, diminue o mais que he possivel os pontos de contacto entre o cylindro do thermometro e os seus apoios. Quando o thermometro está no seu lugar, fica de todos os lados hum espaço vazio entre o cylindro do thermometro, e a superficie interior do cylindro de cobre, em que está sustentado. A distancia entre a superficie do cylindro thermometrico, e a superficie interior do cylindro concavo, que o contém, he de 0,25175 de pollegada. Este espaço he destinado a conter a agua e outras substancias que o calor deve atravessar quando vai para o thermometro, ou quando o deixa. A quantidade de agua necessaria para encher este espaço até $\frac{1}{11}$ de pollegada acima da extremidade superior do cylindro do thermometro, peza 2468 grãos. Quando o thermometro está mergulhado nesta agua, fica perfeitamente em contacto com o liquido por toda a sua superficie, que, como temos visto, he igual a 28,834 pollegadas quadradas.

O cylindro do thermometro está, como disse, cercado de agua ou de outro qualquer li-

liquido, puro, ou misturado, cuja potencia conductora se deseja determinar: faz-se entrar no cylindro de cobre, e de quasi meia pollegada de comprimento, com hum buraco no centro por onde passa livremente o tubo do thermometro, mas naõ se faz descer taõ baixo, que toque a superficie da agua, ou da substancia que cerca o thermometro. Este cylindro ou disco, fica sustentado no seu lugar competente por tres pontas, ou alfinetes de cobre, que estaõ sustentados na garganta exterior do globo metalico do thermometro, e se observaõ em *h*.

Posto no seu lugar este disco de cortiça, se enche de cotaõ a parte superior do cylindro concavo, e se fecha por cima com a sua rolha de cortiça; o tubo do thermometro, que atravessa o meio desta rolha, passa hum pouco acima della. Como toda a escala do thermometro desde o ponto de congelaçaõ até o da agua fervente, está acima da superficie desta rolha, todas as mudanças da temperatura a que este instrumento póde estar exposto, se observaõ em qualquer tempo sem desarranjar o apparato.

Este thermometro he dividido, segundo a escala de Farenheit, e as suas dimensões correspondem exactamente ás de hum excellente thermometro de mercurio, feito por *Troughton*.

Cha-

Chamarei a este instrumento *thermometrô cylindrico de passagem* para o distinguir dos outros; e as experiencias, que com elle fiz, foraõ dirigidas do modo seguinte.

Fixo o thermometro no seu tubo de cobre cylindrico da maneira que acima o descrevi, e estando cercado pela substancia, cuja facilidade conductora devia ser determinada, so colocava o instrumento na neve, que principiava a desgelar-se, e aqui se deixava o thermometro até descer a 32 gr.: tirava-se entaõ para fóra da neve, que se estava derretendo, e se mergulhava em hum grande vaso de agua fervente; e a potencia conductora que fazia o objecto da experiencia, era avaliada pelo tempo que o calor gastava em que o liquor do instrumento chegava ao quadragessimo gráo da escala, e a cada vintena de gráos acima deste termo.

Sendo provado qne, quanto mais lento he o movimento ou o transporte do calor, atravessando qualquer meio, tanto mais dillatado deve ser o tempo necessario, para que certa quantidade de calor faça este trajecto: e como o thermometro indica as mudanças que tem lugar na temperatura do corpo, que se aquece ou esfria em consequencia da passagem do calor pelo meio que cerca este instrumento; a faculdade conductora deste meio

he

he avaliada pela ascençaõ, ou descençaõ do thermometro, quando este instrumento, tendo antecipadamente sido elevado a certa temperatura, se tira repentinamente, e se mergulha em outro meio de outra determinada temperatura.

Tinha ainda a memoria fresca de hum accidente que tantas vezes experimentei comendo tortas de maçaãs, e estava impaciente por saber se as maçaãs que em grande parte saõ compostas de agua, retinhaõ mais efficazmente o calor, do que faz este liquido, em toda a sua pureza e sem mistura de outras substancias; porém antes de fazer esta experiencia, para que o seu resultado fosse mais exacto, determinei do modo seguinte quanto as maçaãs continhaõ de agua, e a proporçaõ que existe entre as suas partes fibrosas, e o seu volume total.

Novecentos e secenta grãos de maçaãs cozidas (que tinhaõ sido cuidadosamente descascadas dos pés e sementes) foraõ lavadas em grande quantidade de agua limpa; tirou-se-lhe toda a agua, e a parte fibrosa que occupava o fundo, estando bem secca se achou pezar exactamente 25 grãos.

Esta mesma parte fibrosa sendo lavada em nova quantidade de agua, e ao depois bem secca, se poz muitos dias em hum prato de lou-

louça sobre certa estufa que estava constantemente aquecida; pezou-se o residuo, e se achou naõ constar de mais de 18 grãos e $\frac{9}{16}$.

Desta experiencia se conclue, que a parte fibrosa nas maçaãs cozidas he menos do que a quinquagessima parte da sua massa; e ha razaõ para inferir que o residuo, igual a $\frac{49}{50}$ do total, he sómente agua pura.

Cerquei o globo do meu thermometro cylindrico com certa quantidade de maçaãs cozidas (em consistencia bem longe de fluidez). O instrumento foi posto na neve, que principiava a derreter-se, e quando o thermometro indicava que o todo se tinha esfriado até á temperatura de 32 gr. se tirou o instrumento da neve, e se mergulhou immediatamente em hum grande vaso de agua fervente; manteve-se a agua fervendo por todo o tempo da experiencia; marcou-se exactamente o tempo da chegada do liquido thermometrico a cada huma das divisões distantes de 20 gr., sobindo deste o ponto de neve.

Repetio-se a experiencia duas vezes, e duas vezes se variou aquecendo o instrumento até á temperatura da agua fervente, e mergulhando-o ao depois em neve quebrada, observando-se o tempo que o calor gastava para sahir do thermometro: tirei do cylindro as maçaãs cozidas, que cercavaõ o instrumento

to, e enchendo de agua o espaço que ellas occupavaõ, repeti as experiencias. As taboas seguintes indicaõ o resultado.

	Tempo que o calor empregou em passar pelo thermometro.			
	Atravessando as maçaãs cozidas.		Atravessando a agua.	
	Exp. N. 1.	Exp. N. 3.	Exp. N. 5.	Exp. N. 7.
	Seg.	Seg.	Seg.	Seg.
Para elevar o thermometro desde a temperatura de 32° até á de 40°	95	83	45	45
de 40° até 60°	75	67	36	35
de 60° até 80°	61	56	34	31
etc. 100°	65	60	30	30
120°	72	66	37	36
140°	90	82	44	44
160°	121	113	63	60
180°	180	170	93	90
200°	360	364	226	215
Total do tempo empregado para elevar o thermometro desde 32° até 200.	1128	1057	608	586
Tempo empregado para fazer sobir o thermometro 80° a saber desde 80° até 160°.	349″	321″	174″	170″

Tempo médio para elevar de 80° a 160°. } permeiando as maçaãs cozidas 335″
permeiando agua pura 172″.

O resultado destas experiencias demonstra, que o calor passa mais lentamente, ou com mais difficuldade por meio *das maçaãs cozidas*, do que por meio da *agua pura*; e como as maçaãs cozidas naõ saõ outra cousa mais do que a agua misturada com pequena porçaõ de materia fibrosa, e mucilaginosa; isto prova que a faculdade conductora da agua relativamente ao calor, póde ser diminuida.

Os resultados da experiencia seguinte, serviráõ para confirmar esta conclusaõ.

	Tempo empreg. pelo calor para passar fóra do thermometro.			
	Por meio das maçaãs cozidas.		Por meio da agua.	
	Exp. N. 2.	Exp. N. 4.	Exp. N. 6	Exp. N. 8.
	Seg.	Seg.	Seg.	Seg.
Para esfriar o thermometro desde a temperatura de 200° até á de 180°	80	74	46	37
de 180° até 160°	75	72	42	37
160° até 140°	84	83	43	43
120°	107	101	54	51
100°	141	136	78	73
80°	108	190	112	105
60°	321	307	200	204
40°	775	733	483	461
Total do tempo empregado em esfriar o thermometro desde 200° até 40°.	1781	1696	1053	1011
Tempo para esfriar o instrumento 80° isto he, desde 160° até 80°.	530″	510″	282″	272″

Tempo médio para esfriar desde 160° até 80°. } Nas maçaãs cozidas 520″ / Na agua pura 277″

O aquecimento, ou resfriamento do thermometro acontece muito lentamente quando a temperatura do thermometro he proximamente á mesma, que a do meio ambiente; pelo contrario he rapidissimo se estas tempera-

raturas sendo muito differentes, se mergulha o thermometro no meio repentinamente. Estas duas circunstancias por tanto contribuem a fazer menos certas, ou mais sugeitas a erro as observações feitas nas extremidades da escala, e por consequencia taes experiencias devem ser menos satisfactorias do que as que se fazem a alguma distancia das extremidades. Para que as conclusões geraes tiradas do resultado destas experiencias não fossem alteradas pelos effeitos que produzem estas inevitaveis inexactidões; em vez de avaliar a faculdade conductora do meio pelo tempo necessario para aquecer ou para esfriar o thermometro em todo o comprimento da sua escala, ou entre o ponto de congelação, e o da agua fervente, considerei o tempo decorrido para o aquecer, ou para o esfriar nos 80 gr. que occupaõ a parte média da escala; a saber, entre 80 gr. e 160 gr., como a medida das faculdades conductoras das substancias que o calor devia atravessar.

Marquei porém o tempo decorrido para aquecer ou esfriar o instrumento em maior intervallo; isto he, no intervallo de 180 gr. ao aquecer, ou desde 32 gr. até 200 gr.; e de 160 gr. ao esfriar, que he desde 200 gr. até 40 gr.

A respeito do progresso do instrumento no res-

resfriamento devo informar o leitor, que ainda que nas taboas das experiencias naõ faça mençaõ da temperatura mais alta do que 200 gr., com tudo o instrumento se aqueceo ao gráo de agua fervente, que debaixo da pressaõ média da atmosphera, em Munich, era de quasi 209 gr. e meio da escala de Farenheit. O apparato esteve mergulhado em agua fervente até que o thermometro pareceo estar no estado de fixaçaõ: tirou-se entaõ da agua, e se metteo em neve quebrada, observou-se exactamente o instante em que o liquor do thermometro, descendo, chegava á divisaõ da escala que indicava 200 gr. bem assim como o instante em que chegava a todas as outras divisões indicadas na taboa.

Examinando o resultado das quatro ultimas experiencias que referi (N.N. 2, 4, 6, 8), se verá que elles correspondem exactamente com os que acabo de indicar; e provaõ certamente de huma maneira decisiva este importante facto: *que certas substancias misturadas com agua, em pequena quantidade, diminuem consideravelmente a faculdade conductora deste fluido, relativamente ao calor.*

Nas experiencias N. 1. e N. 2., que foraõ feitas no mesmo dia, e na ordem porque se achaõ numeradas, o calor foi mais obstruido na sua passagem permeiando a polpa das maçaãs

çaãs cozidas, que cercavaõ o thermometro, do que nas experiencias N.N. 3. e 4., que foraõ feitas no dia seguinte. He provavel que isto tivesse lugar, porque esta polpa tinha adquirido mais consistencia em quanto o instrumento descançou, no intervallo das experiencias; porém em vez de procurar explicar como isto aconteceo, continuarei a dar conta do resultado de algumas experiencias, que daraõ noções mais completas do que todos os raciocinios, que posso fazer nesta materia. Suppondo que o calor se propaga na agua do mesmo modo que no ar, e nos outros fluidos elasticos; isto he, que he transportado pelas moleculas do liquido, as quaes se põe em movimento pela mudança produzida no seu pezo especifico em razaõ da mudança de temperatura, ou que naõ ha nenhuma communicaçaõ, nem troca de calor entre as particulas deste mesmo fluido; neste caso, he evidente que a propagaçaõ do calor em qualquer fluido póde ser obstruida de dous modos; a saber, diminuindo a fluidez do meio, o que se póde effeituar dissolvendo-lhe dentro alguma substancia mucilaginosa; ou o que he mais simples, pondo-lhe impedimentos ao movimento de suas particulas na transportaçaõ do calor; o que se effectua misturando com o liquido alguma substancia solida, que se-

seja, porém hum naõ conductora do calor, e que seja delgado tendo a superficie mui consideravel relativamente á sua solidez.

Na experiencia precedente, feita com a polpa das maçaãs cozidas, a passagem do calor pela agua, que compõe a maior parte da sua massa, foi sem duvida obstruida por estes dous modos. As partes mucilaginosas das maçaãs diminuem muito a fluidez da agua, ao mesmo tempo que as suas partes fibrosas contribuem para obstar os movimentos interiores do liquido.

Para descobrir os effeitos comparativos destas duas causas, pareceo necessario separallas, imaginando experiencias em que naõ obrasse senaõ huma das causas; o que tentei fazer da maneira seguinte.

Para determinar os effeitos produzidos pela diminuiçaõ da fluidez na agua, misturei nesta huma pequena quantidade de goma; 192 grãos, em 2276 grãos de agua; e para determinar, por outra parte, os effeitos dos simples obstaculos oppostos ao transporte local das moleculas, misturei igual quantidade (em pezo) de cotaõ. Esta precauçaõ era principalmente necessaria a respeito do cotaõ para o separar inteiramente do ar que se lhe une muito facilmente.

Pa-

Para poder mais facilmente comparar estas experiencias com as que se fizeraõ com a polpa das maçaãs, e a agua pura, reunirei os seus resultados na mesma taboa.

	Tempo que o calor empregou em chegar ao thermometro.			
	Permei. a mist. de 2276 gr. de agua e de 192 gr. de goma	Permei. a mist. de 2276 gr. de agua e de 192 gr. de cotaõ	Permei-ando maçaãs cozidas.	Permei-ando agua pura.
	Exp. N. 9.	Exp. N. 11.	Termo médio das exp. N. 1. e N. 3.	Termo médio das exp. N. 5. e N. 7.
Para aquecer o thermometro desde 32°	Segund.	Segund.	Segund.	Segund.
até 40°	101	83	92	45
de 40° até 60°	72	55	71	$35\frac{1}{2}$
60° até 80°	64	49	$58\frac{1}{2}$	$32\frac{1}{2}$
100°	63	52	$62\frac{1}{2}$	30
120°	74	57	$69\frac{1}{2}$	$36\frac{1}{2}$
140°	89	67	86	44
160°	115	93	117	$61\frac{1}{2}$
180°	178	133	179	$91\frac{1}{2}$
200°	453	360	362	$220\frac{1}{2}$
Total do tempo empregado para aquecer o instrumento desde 32° até 200°.	1109	949	$1096\frac{1}{2}$	597
Tempo empr. para elevar o thermometro 80° a saber desde 80° até 160°.	341″	269″	335″	172″

	Tempo empregado pelo calor para sahir do thermometro.			
	Permei. a mist. de 2276 gr. de agua e de 192 gr. de goma	Permei. a mist. de 2276 gr. de agua e de 192 gr. de cotaõ	Permeiando maçaãs cozidas.	Permeiando agua pura.
	Exp. N. 10.	Exp. N. 12.	Termo médio das exp. N. 2. e N. 4.	Termo médio das exp. N. 6. e N. 8.
Tempo empregado para esfriar o thermometro	Segund.	Segund.	Segund.	Segund.
desde 200° até 180°	69	68	77	$41\frac{1}{2}$
desde 180° até 160°	66	61	$73\frac{1}{2}$	$39\frac{1}{2}$
160° até 140°	74	72	$83\frac{1}{2}$	43
120°	92	91	104	$52\frac{1}{2}$
100°	110	120	$138\frac{1}{2}$	73
80°	173	177	194	$108\frac{1}{2}$
60°	283	279	314	202
40°	672	673	754	472
Total do tempo empregado para esfriar o instrumento desde 200° até 40°.	1548	1541	$1749\frac{1}{2}$	1032
Tempo empr. para esfriar o instrumento 80° a saber desde 160° até 80°.	468″	460″	520″	277″

O resultado destas experiencias próva da maneira a mais decisiva, que a propagaçaõ do calor na agua, he retardada naõ sómente pelas substancias que diminuem a sua fluidez, mas

mas tambem por aquellas que, mechanicamente e sem combinaçaõ com ella, servem simplesmente de obstaculo ao movimento interior das suas moleculas: daqui resulta, e se deve inferir, ao que me parece, de maneira incontestavel, que o calor se propaga na agua em consequencia do movimento interior das suas particulas; ou que elle he conduzido, e transportado pelas moleculas deste fluido; e que se naõ propaga espontaneamente, nem emprega a sua expançaõ ou dilataçaõ, como geralmente se suppunha.

Em huma das minhas Memorias inseridas nas Transacções Philosophicas, anno de 1792; escrevi, ou talvez provei, que o calor se propaga no ar da mesma fórma que aqui supponho se propaga na agua; e se as faculdades conductoras destes dous fluidos se podem alterar do mesmo modo, com razaõ devemos concluir, que estas substancias conduzem o calor da mesma maneira.

O *cotaõ* naõ póde affectar de modo algum as qualidades especificas destes dous fluidos, e estando misturado com elles, naõ faz certamente outra cousa senaõ obstruir os seus movimentos interiores, e a experiencia mostra, que a sua presença retardou consideravelmente o calor em cada hum delles. Comparando estas experiencias com as que fiz pre-

cedentemente sobre a faculdade conductora do ar, se achará que a faculdade conductora da agua se diminue quasi tanto, como a do ar pela mistura do cotaõ.

No decurso das minhas experiencias sobre as substancias empregadas em formar envoltorios artificiaes para conter o calor, achei que sendo a mesma a grossura da camada de ar, que servia de barreira ao calor, a passagem deste calor, que atravessava a camada de ar, se faria algumas vezes mais difficil, augmentando-se a quantidade de substancia leve, que se tinha expalhado pelo liquido para lhe obstruir os movimentos das suas moleculas interiores.

Para conhecer se os mesmos meios poderiaõ produzir semelhantes effeitos, no caso em que o calor fosse obrigado a atravessar a agua, repeli as experiencias com o *cotaõ* reduzindo a quantidade que estava misturada com agua a 49 grãos, que he hum quarto da quantidade empregada nas experiencias N. 11. e N. 12.

O resultado destas experiencias, e a sua comparaçaõ com aquellas de que já fiz mençaõ, se achaõ na taboa seguinte.

Tem-

	Tempo que o calor empregou para passar o thermometro.		
	Atravessando a agua 48 gr. ou $\frac{1}{50}$ da sua massa de cotaõ.	Atravessando a agua com 192 gr. ou $\frac{4}{50}$ da sua massa de cotaõ.	Atravessando agua pura.
	Exper. N. 13.	Exper. N. 11.	Termo médio das Experiencias N. 5. e N. 7.
Para aquecer o thermomet. desde 32° até 40°	Segund. 51	Segund. 83	Segund. 45
desde 40° até 60°	47	55	35 $\frac{1}{2}$
60° até 80°	39	49	32 $\frac{1}{2}$
100°	40	52	30
120°	45	57	36 $\frac{1}{2}$
140°	56	67	44
160°	74	93	61 $\frac{1}{2}$
180°	118	133	91 $\frac{1}{2}$
200°	203	360	220 $\frac{1}{2}$
Total do tempo empregado para aquecer o instrumento desde 32° até 200.	763	949	597
Tempo empregado para aquecer o instrumento 80° ou desde 80° até 160°	215″	269″	172″

Tem-

	Tempo empregado pelo calor para sahir do thermometro.		
	Atravessando a agua 48 gr. ou $\frac{1}{50}$ da sua massa de cotaõ.	Atravessando a agua com 192 gr. ou $\frac{1}{50}$ da sua massa de cotaõ.	Atravessando agua pura.
	Exper. N. 14.	Exper. N. 12.	Termo médio das Experiencias N. 6. e N. 8.
Para esfriar o thermometro desde 200° até 180°	Segund. 49	Segund. 68	Segund. 41 $\frac{1}{2}$
desde 180° até 160°	50	61	39 $\frac{1}{2}$
160° até 140°	56	72	43
120°	70	91	52 $\frac{1}{2}$
100°	96	120	73
80°	151	177	108 $\frac{1}{2}$
60°	262	279	202
40°	661	673	472
Total do tempo empregado para esfriar o instrumento desde 200° até 40.	1395	1541	1032
Tempo empregado para esfriar o instrumento 80° ou desde 160° até 80°	373″	460″	277″

Os resultados destas experiencias saõ interessantissimos; e daõ a conhecer hum facto novo, e ao mesmo tempo curioso; isto he, que o cotaõ, e outras substancias semelhantes, que empregadas no ar fornecem, como he

he bem sabido, coberturas capazes de reter o calor, naõ só preenchem os mesmos fins na agua, mas produzem nesta maior effeito do que no ar, obstruindo a passagem do calor.

Esta descoberta, se me naõ engano, dá muita luz a huma das mais interessantes partes que se achaõ na ordem da natureza, e nos dá noçôes muito claras sobre as causas finaes dos phenomenos que até aqui se naõ tinhaõ podido explicar.

Como a agua liquida he o vehiculo do calor, e da nutriçaõ, e por consequencia da vida de todos os entes animados; e como a agua deixada só se gela a hum gráo de frio muito menos consideravel do que acontece nos climas frios, deve-se suppor que a Sabedoria do Creador teria adoptado medidas efficazes para que huma sufficiente quantidade deste liquido existisse sempre no seu estado de fluidez, a fim de manter o principio da vida, durante os grandes frios, e he isto que realmente acontece: por quanto, he visto que as plantas e os animaes resistem aos invernos mais dilatados e mais frios; porém os meios que a Providencia empregou para produzir este effeito maravilhoso, naõ foraõ ainda desenvolvidos, ao menos no que diz respeito aos vegetaes.

Porém como a organizaçaõ dos animaes differe essencialmente em muitos sentidos,

he

he tambem muito natural suppor, que os meios empregados para os preservar do fatal effeito da congelaçaõ dos seus fluidos devaõ ser differentes.

Observando os corpos organisados que existem na superficie da terra, que, por consequencia, estaõ expostos ás alternativas das estações, se acha que tanto maior he a porçaõ dos fluidos aos solidos, tanto mais o calor que deve sustentar a vida e a saude deve ser consideravel, e tanto menos susceptiveis saõ de supportar grandes mudanças na sua temperatura.

A proporçaõ dos fluidos aos solidos he mais consideravel nos animaes do que nos vegetaes, e para manter no seu interior a quantidade de calor necessaria para a conservaçaõ da vida, saõ os animaes, pela maior parte, dotados de pulmões, e saõ aquecidos pelo mesmo processo, que produz o calor durante a combustaõ das materias inflamaveis.

Entre os vegetaes se nota, que os que tem mais succo, se reproduzem todos os annos. Naõ tendo pulmões, que pudessem manter o calor na grande massa do liquido de que estaõ cheios os seus vasos delicados, naõ podem existir senaõ em quanto a influencia benigna do sol os aquece, e anima a sua fria vitalidade. E logo que saõ privados deste soc corro, cahem e morrem.

Achaõ-se nos paizes frios muitas plantas delicadas que perecem no outono, ao mesmo tempo que a sua raiz conserva, durante o inverno, certo principio de vida que lhe faz lançar rebentões novos na primavera. Examinando a organizaçaõ interior destes vegetaes, se acha, que as suas raizes saõ mais densas, e mais compactas do que o tronco, ou que tem os vasos mais pequenos, e menor quantidade de fluido.

Acha-se constantemente, que entre as arvores que povoaõ os bosques as quaes contém grande porçaõ de liquido, leve, e aquoso, naõ sómente perdem as suas folhas no fim de cada anno, mas o gelo as aterra, e algumas vezes as mata. Muitos milhares das mais bellas nogueiras pereceraõ no Palatinado, durante o grande inverno de 1788, e bem sabido he, que a maior parte das plantas nos nossos climas, que naõ contém raizes profundas, naõ poderiaõ supportar o frio excessivo do polo.

As arvores que crescem nos paizes selvagens, e que resistem ao frio do mais cruel inverno, naõ contém senaõ pouquissimo fluido aquoso, a seiva que circula nos seus vasos he taõ espessa, e viscosa, que quasi se naõ póde dizer que he fluida ¿ Naõ haverá por tanto, razaõ de concluir que o fim do Creador,

he que estas arvores naõ sejaõ privadas do calor, e que naõ morraõ durante o inverno?

Temos visto nas experiencias precedentes quanto a propagaçaõ do calor nos liquidos se retarda á medida que se diminue a sua fluidez, e quem sabe se esta influencia naõ existe sempre só, ou em quanto existe algum gráo de fluidez?

Como os troncos e ramos das arvores naõ estaõ cobertos pela neve durante o inverno, como acontece ás raizes a quem a mesma neve protege contra o frio da atmosphera; he evidente, que se precisaõ medidas extraordinarias para impedir que se gelem.

A casca das arvores, que a natureza destina para supportar hum grande gráo de frialdade, fórma o envoltorio, ou cobertura mui quente; porém este meio só per si naõ he bastante para as abrigar do frio. A seiva de todas as arvores, que saõ susceptiveis de supportar hum gelo forte continuo, e se faz espessa e viscosa ao approximar-se o inverno. Qual seria o fim desta mudança se naõ o que tenho indicado? Seria grande loucura, ao que me parece, sustentar que esta mudança he sem motivos.

Temos visto nas experiencias precedentes quanto huma simples obstrucçaõ do movimento interior das moleculas, tendia a retardar

a

a propagaçaõ do calor nos liquidos, e consequentemente a impedir que elle sahisse: e quando se considera a extrema pequenhez dos vasos por onde a seiva circula nos vegetaes, e particularmente nas grandes arvores; quando se traz á memoria que a substancia, de que estes pequenos tubos saõ formados, hé hum dos melhores naõ conductores do calor, que se conhecem (1); quando se nota tambem o augmento de obstrucçaõ á passagem do calor,

 que

(1) O acaso me subministrou ha pouco tempo huma prova cabal da extrema difficuldade com que o calor atravessa a madeira. Estava na fundiçaõ de Munich ao tempo que se hiaõ a fundir peças de artelharia, e observei que o fundidor se servia de hum redadoiro, ou rodo para mecher o metal derretido: este redadoiro era feito com huma especie de pá de madeira de carvalho, cortada de freseo, tinha 10 pollegadas em quadro, e duas pollegadas de grossura, com seu cabo de madeira, que passava por certo buraco, que se achava no eixo deste instrumento. Como este redadoiro servia frequentemente, e algumas vezes se demorava muito no banho metalico, cujo calor he excessivo, me admirei de ver que naõ se communica; e mais admirado fiquei ainda, examinando a parte do redadoiro, que estava mergulhado no metal, em achar que o calor tinha penetrado a taõ pouca profundidade, que á vigessima parte de huma pollegada por baixo da superficie apparecia a madeira, como se naõ tivesse sido tocada pelo calor; naõ tinha mudado a sua cor, e até conservava a humidade que costuma ter a lenha verde.

que resulta do augmento de viscosidade da seiva durante o inverno, e da barreira quasi impenetravel que a casca apresenta, naõ póde haver difficuldade alguma em dar a razaõ da conservaçaõ das arvores, durante o inverno, a pezar da força das geadas a que ellas ficaõ annualmente expostas.

Por este mesmo principio se póde explicar como as peras, as maçaãs, e muitas outras fructas, se conservaõ a pezar do gráo de frialdade a que muitas vezes ficaõ expostas, e que reduziria hum igual volume de agua pura a perfeita massa de gelo.

A péle compacta do fructo, impede a evaporaçaõ das suas partes fluidas, que se houvesse ella faria perder ao fructo grande porçaõ de calor: além disto, o movimento interior destes mesmos fluidos se acha taõ embaraçado pelas pequenas repartições das innumeraveis cellulas em que se achaõ incerrados, que a communicaçaõ do calor deve, segundo a nossa hypothese, ser extremamente difficil e vagarosa. Estes fructos vem por fim a gelar-se quando o frio he demasiado; porém devemos lembar-nos que elles saõ quasi inteiramente compostos de liquidos, e desta especie de liquidos que o frio naõ faz viscosos: além de que a Natureza naõ destinou estes fructos para resistir a frios considerabilissimos.

As

As cenouras, ou rábãos, e outras muitas raizes soffrem o frio sem que se gelem, e até o supportaõ por mais tempo do que as maçaãs e peras; porém estes vegetaes saõ menos aquosos que os fructos; além disso, supponho que os vasos que contém os seus fluidos saõ de menor capacidade: estas duas circunstancias reunidas devem, segundo os principios expostos, impedir a sahida do calor, que os liquidos contém, e consequentemente retardar a congelaçaõ.

Porém ha mais outra circunstancia muito notavel, a qual, se se verificaõ as nossas conjecturas sobre a propagaçaõ do calor nos liquidos, deve ter grande influencia sobre a conservaçaõ do calor, e consequentemente sobre a conservaçaõ da vida animal e vegetal nos climas frios.

Mas como a probabilidade de todas estas deducçõe depende em grande parte da evidencia com que se demonstrará o facto principal que os estabelece; isto he, o movimento interior dos liquidos, que tem lugar *necessariamente* quando elles saõ aquecidos, e arrefecidos, antes de continuar as minhas indagaçõe a este respeito, tentarei dar mais algumas luzes sobre esta materia igualmente curiosa e interessante.

CA-

CAPITULO II.

Novas investigações sobre o movimento interior que tem lugar nas particulas dos liquidos, quando elles se aquecem ou se esfriaõ. Descripçaõ de hum processo pelo qual se pódem fazer patentes os movimentos na agua. Relaçaõ de varias experiencias agradaveis, que se fizeraõ com este instrumento. Ellas conduzem a huma importante descoberta. O calor naõ se póde propagar de cima para baixo nos liquidos quando elles estaõ condensados pelo frio. A experiencia próva que a neve se derrete oitenta vezes mais lentamente, quando se lhe deita na sua superficie agua quente, do que deixando-se a mesma neve aboiar sobre a agua fervente. Póde-se explicar a maneira porque se derrete a neve, quando se lhe deita agua na superficie, ainda supponde que a agua he hum excellente naõ conductor do calor. Segundo a hypothese supposta, a agua que está sómente em 8 graos (Thermometro de Farenheit) acima do ponto de congelaçaõ, ou na temperatura de 40 graos, deverá derreter tanta neve em hum dado tempo, sendo espalhada na superficie da ne-

neve, como derreteria hum volume igual do mesmo modo fluido, em temperatura mais alta, ainda que fosse no grão de ebuliçaõ. Próva-se este facto extraordinario por grande numero de experiencias decisivas. A agua na temperatura de 41 gráos, deve derreter mais a neve sendo espalhada na sua superficie, do que derreteria a agua fervente. O resultado de todas estas experiencias próva que a agua he hum excellente naõ conductor do calor, senaõ propaga nella, senaõ em consequencia do movimento que ella occasiona entre as particulas separadas deste fluido, as quaes por si mesmo naõ tem communicaçaõ alguma calorifica reciproca. A descoberta deste facto nos descobre huma das mais vastas e mais interessantes scenas na economia da Natureza.

AS moleculas integrantes da agua, bem como as de todos os outros fluidos saõ demasiado pequenas para que possaõ ser percebidas pelos nossos sentidos, por consequencia os seus movimentos devem ser-nos imperceptiveis: porém nós temos frequentes occasiões de julgar com a maior certeza dos movimentos dos fluidos invisiveis pelos movimentos que

esses fluidos communicaõ a corpos visiveis. O ar he hum fluido invisivel, mas nós adquirimos noções muito justas dos movimentos que tem lugar neste fluido pela poeira, e outros leves que elle traz com sigo quando se move. Todos aquelles que tem notado a maneira porque hum redomoinho de vento varre a superficie de hum campo lavrado em tempo secco naõ podem ter duvida alguma sobre a natureza dos movimentos que o ar soffre em semelhantes occasiões, ainda que estes movimentos sejaõ extremamente complicados, e difficeis de descrever.

Foi por estes movimentos das particulas finissimas de poeira que se achaõ misturadas por acaso com o espirito de vinho no meu thermometro, e que se fizeraõ visiveis sendo esclarecidas pelos raios do sol, que eu descobri, pela primeira vez, os movimentos interiores acontecidos neste fluido, quando elle se esfriou, e aproveitando-me desta descoberta, procurei reconhecer por meios semelhantes os movimentos interiores da agua. Vi logo que isto se poderia fazer com a maior facilidade, se achasse hum corpo solido do pezo especifico da agua, e que se pudesse misturar com ella sem dissoluçaõ, nem que ella pudesse reduzir a particulas taõ minimas que ficassem invisiveis, mas naõ pude achar

subs-

substancia alguma com estas qualidades, e reflectindo nisto, fiquei convencido que era felicidade naõ se acharem muitos corpos desta natureza, por que do contrario difficilmente se obteria agua pura.

A impossibilidade em que me achava de encontrar huma substancia sólida, adaptada ao meu projecto, e que tivesse a mesma gravidade especifica da agua pura, me conduzio a empregar o meio seguinte.

Lendo as taboadas das gravidades especificas dos differentes corpos, achei que a gravidade especifica do ambar amarello excedia pouquissimo á da agua; porque a primeira era de 1,078, e a da agua 1,000: parece-me que dissolvendo neste liquido huma certa quantidade de sal alkali e augmentando assim a sua gravidade especifica, poderia fazella precisamente igual a outra, sem diminuir a transparencia do liquido, ou sem mudar sensivelmente a sua maneira de receber ou transportar o calor.

Fui muito bem succedido realizando esta idéa da maneira seguinte. Provi-me de certo numero de bólas de vidro, de differentes dimensões, munidas de gargallos compridos cylindricos; escolhi huma que tinha quasi duas pollegadas de diametro com hum pescoço cylindrico de tres quartos de pollegada de dia-

metro e de doze pollegadas de comprimento, deitei-lhe dentro meia colher, das de chá, de ambar amarello, reduzio a pó grosseiro, os pedaços, que eraõ de fórma irregular, o transparentes, tinhaõ com pouca differença o tamanho da semente de mostarda, accrescentei-lhe certa quantidade de agua destillada na temperatura do ar da minha camara (quasi 60° Farenh.).

Tendo achado, como era de esperar, que o ambar ficava no fundo do globo, accrescentei á agua certa soluçaõ saturada de alkali vegetal, em quantidade sufficiente para augmentar a gravidade especifica da agua, ou, para melhor dizer, da soluçaõ salina diluida, até que os pedaços de ambar commeçassem a abóiar, ou que apparentemente ficassem sem movimento todas as partes do liquido em que se achassem suspendidos.

Como o meu apparato naõ estava taõ cheio como eu queria, continuei a deitar-lhe soluçaõ salina, e agua em quantidades convenientes, até o encher de todo, e que o liquido chegasse até quasi tres pollegadas da extremidade do tubo cylindrico, e fechei o tubo com huma rolha de cortiça.

Depois de ter saccodido muito o liquido, que estava neste globo o puz junto com o seu tubo cylindrico, em posiçaõ vertical, sobre hum

hum encosto de madeira; deixei entaõ descançar o liquido para ver quanto tempo as partes solidas do ambar amarello, que pareciaõ igualmente disseminadas por toda a massa do liquido ficavaõ neste estado.

Ainda que o maior numero destas particulas naõ parecessem tender nem a sobir, nem a descer, com tudo algumas commeçáraõ a mover-se para baixo lentamente, e como estas particulas se moviaõ confusamente na mesma parte do liquido, e ao mesmo tempo em direcções contrarias, as particulas ascendentes, e descendentes, passavaõ muitas vezes taõ perto humas das outras que se tocavaõ; vi que estes movimentos eraõ independentes do movimento interno do liquido, e que elles provinhaõ sómente da differença do pezo especifico, que existia entre as differentes moleculas de ambar e do liquido. Alguns dos pedaços de ambar eraõ evidentemente mais pezados do que o liquido, e hiaõ ao fundo do vaso entretanto que outros mais leves aboiavaõ na superficie.

Por tanto achando que havia muita differença entre o pezo especifico dos differentes pedaços de ambar, ajuntei-lhe mais certa quantidade, e deixei descançar a mistura, depois de a ter bem saccodido: vasei entaõ lentamente o que se tinha elevado á superficie do

liquido, deixando sómente o que tinha descido ao fundo; augmentei a densidade do liquido deitando-lhe huma pouca de soluçaõ alkalina até que os pequenos pedaços de ambar, que estavaõ no vidro, ficassem suspendidos nas differentes partes do fluido em que pareciaõ estar permanentes.

Finalmente provime de hum apparato que parecia absolutamente proprio para as interessantes experiencias, que projectava fazer, e póde suppor-se facilmente, que naõ me demorei em fazer delle uso.

A primeira experiencia foi mergulhar o instrumento em huma grande jarra de vidro cheia de agua fervendo. O resultado foi precisamente o que eu esperava: formaraõ-se immediatamente duas correntes com direcções oppostas, e commeçáraõ a mover-se com muita velocidade no liquido, contido no tubo cylindrico: a corrente ascendente occupava os lados do tubo, e a que tinha a direcçaõ contraria occupava o eixo.

A medida que o liquor salino se aquecia, diminuia a velocidade das correntes, e finalmente adquirindo o liquor a temperatura da agua contida na jarra, cessáraõ estes movimentos inteiramente.

Tirando o apparato da agua quente, tornavaõ a commeçar os movimentos interiores

do

do liquor; porém as correntes tinhaõ mudado as suas direcções respectivas; aquella que occupava o eixo do tubo fazia-se corrente ascendente.

Se o tubo cylindrico, em vez de estar em posiçaõ vertical, se punha algum tanto inclinado, a corrente ascendente occupava o lado superior, entretanto que a parte inferior era occupada pela corrente, que se dirigia para baixo, com igual velocidade.

Quando o liquor contido no apparato tinha adquirido a temperatura do ar da camara, cessavaõ estes movimentos, mas tornavaõ a commeçar immediatamente assim que se expunha o apparato a alguma mudança de temperatura.

Sempre que o instrumento *recebia* calor, a corrente no eixo do tubo cylindrico, estando este posto em posiçaõ vertical, ou a que occupava o seu lado superior, sendo a posiçaõ inclinada, vinha de cima para baixo. A' medida que o apparato *perdia* o seu calor, a corrente tomava a direcçaõ contraria, isto he, debaixo para cima.

A mudança de temperatura de alguns gr. na escala de Farenheit, era bastante para pôr em movimento o liquor contido no intrumento, e o movimento era mais ou menos rápido, segundo a promptidaõ com que este liqui-

do

do adquiria ou perdia o seu calor. Notei que o movimento era muito mais accelerado naquellas partes do instrumento, em que a communicaçaõ do calor era mais rápida.

Podia-se em todo o tempo produzir hum movimento parcial em qualquer parte do instrumento, applicando-se-lhe algum corpo mais quente, ou mais frio do que o mesmo instrumento. Se o corpo que se applicava era mais quente que o instrumento, o movimento do liquor salino, na parte em que estava immediatamente em contacto com o corpo quente, seguia a direcçaõ debaixo para cima; se era mais frio, este movimento acontecia de cima para baixo. Se o corpo, quente ou frio, produzia huma corrente ascendente ou descendente, formava-se logo outra em outra parte e com direcçaõ opposta.

Inclinando o tubo cylindrico do instrumento no angulo de 45 gr., e pondo o meio deste tubo por cima de huma véla aceza na distancia de 3 ou 4 pollegadas, via-se que o movimento do fluido, na parte superior, se fazia excessivamente rapido, entretanto que na parte inferior, que tocava ao globo, e no mesmo globo, se observava quasi perfeito repouso.

Até achei que podia fazer ferver este fluido, contido na parte superior do tubo, sem

que

que se percebesse com o tacto nenhum calor sensivel na parte inferior: porém dirigindo-se a chama para a parte inferior do tubo, toda a parte superior, em contacto com o liquido, e especialmente o lado superior, estando posto em posiçaõ inclinada, onde a corrente ascendente era mais rapida, e onde se dirigia contra o vidro, se aquecia muito mais, e muito mais apressadamente.

Os movimentos dos liquidos em direcções oppostas eraõ excessivamente rapidos pelo effeito da applicaçaõ do calor violento, e apresentavaõ hum espectaculo assás curioso: mas o observador instruido achava nisto mais alguma cousa do que hum objecto de divertimento: apanhava-se de certo modo, a natureza ao fazer huma das suas operações mais occultas; e se podiaõ observar os movimentos visiveis de hum meio invisivel; effeitos que ninguem tinha visto, nem ainda suspeitado que existiaõ.

Animado por este bom successo, e confirmado na opiniaõ que tinha formado, relativamente ao interessante facto que comprehendi provar, procedi confiadamente a experiencias mais directas, e mais decisivas.

Creio que todos os Phisicos estaõ persuadidos, que a agua se naõ póde aquecer em contacto com a neve; e reflectindo eu nisto,

me

mé pareceo que ou esta opiniaõ era hum engano, ou eraõ erroneas todas as minhas idéas sobre a propagaçaõ do calor. Estava eu persuadido que em quanto aboiar o gelo na superficie da agua que se quer aquecer, ou sobre o fogo, ou de outra qualquer maneira, a agua de neve que provém do gelo que se derrete deve, segundo a minha hypothese, descer e espalhar-se no fundo do vaso que a contém: ahi antes que tenha tempo de adquirir hum calor notavel, deve dar lugar a agua de neve, que continua a descer sem interrupçaõ em quanto ha neve para se derreter. A agua se naõ póde aquecer muito em quanto durar este effeito: porém suppondo que a agua naõ he hum conductor do calor, segundo a acepçaõ ordinaria que se dá a este termo, ou que o calor naõ póde passar neste fluido, excepto sendo transportado pelas particulas do liquido, que, postas em movimento pela mudança que o calor occasiona na sua gravidade especifica, transportaõ este mesmo calor de hum lugar para outro, naõ se vê como a neve, se em vez de obviar na superficie, estivesse fixa no fundo do liquido ou a alguma distancia abaixo da sua superficie, poderia affectar a agua que lhe ficasse por cima, ou impedir que recebesse calor de outros corpos.

Se a agua fosse hum conductor do calor,

naõ

naõ ha duvida que o effeito da neve se naõ propagasse na agua em todas as suas direcções.

Os metaes saõ todos conductores do calor, e o Professor Pietet achou pelo resultado de certa experiencia taõ engenhosa, como decisiva (1), que o calor passa igualmente do meio para cima, como do meio para baixo em huma barra de cobre de 33 pollegadas de comprimento, e quasi com a mesma facilidade em ambas as direcções; e podendo-se demonstrar que o calor naõ póde descer na agua, ter-se-ha, cuido eu, provado plenamente que a agua naõ he hum conductor do calor.

Reflectindo attentamente sobre a natureza da fluidez, me pareceo que certos dados nos poderiaõ fazer suspeitar que a *causa*, e talvez pudesse dizer a *essencia da fluidez*, he esta propriedade singular que as particulas dos corpos adquirem quando se fazem fluidas, propriedade que impede toda a communicaçaõ reciproca de calor entre si. Mas, seja o que for, o resultado da experiencia seguinte póde prestar huma próva incontestavel de hum importante facto, relativo á maneira porque o calor se propaga na agua.

(1) Ensayo de Phisica. Tom. I. Genebra 1790.

Experiencia N. 15.

Fixei em huma redoma de vidro, de figura cylindrica de 47 pollegadas de diametro, e de 14 pollegadas de alto, hum bollo ou disco de neve de fórma circular, e quasi taõ grande, como o diametro interior da redoma; este disco tinha 3 pollegadas e meia de grossura, e pezava 10 onças e meia.

Depois de haver preparado este pedaço de neve, lancei na redoma 6 libras huma onça e quarta, pezo de Troya, de agua fervente, e mettendo-lhe dentro a neve de vagar, observei que ella se derreteo inteiramente em dous minutos, e 58 segundos.

Tendo achado por esta experiencia quanto tempo he necessario para derreter a neve na superficie da agua quente, procurei se seria necessario mais tempo para a derreter no fundo da agua.

Experiencia N. 16.

Tomando a mesma redoma lhe metti hum pedaço de neve da mesma fórma e dimensões, que o outro de que já fallei; porém em vez de o deixar aboiar na superficie da agua, o fixei no fundo da redoma, e lhe lancei agua.

O pedaço de neve estava fixo na redoma por

por meio de dous cavacos de abeto muito delgados, e elasticos, que tinhaõ obra de hum oitavo de pollegada de grossura, e hum quarto de pollegada de largo, e que sendo alguma cousa mais compridos que o diametro interior da redoma, ficavaõ alguma cousa curvados, introduzindo-se em posiçaõ horisontal; e pondo-os sobre a neve, de maneira que a sua interseçaõ formasse angulos rectos, serviaõ excellentemente para segurar a neve no fundo da redoma, quando se lhe deitava agua.

Para conservar a neve, durante o tempo que se deita a agua quente na redoma, se cobre a superficie da neve com papel de escrever bem grosso, o qual se tira ao depois para fóra por meio de huma linha que lhe está pegada, e para que a jarra se naõ quebrasse pelo effeito da agua quente que se lhe deitava, principiava por lançar no vaso huma pequena quantidade de agua fria, justamente quanta era bastante para encher os interstícios entre o pedaço de neve e a redoma, e cobrir a neve até huma pollegada acima da sua superficie: deitando ao depois agua quente no vaso pelo bico de huma cafeteira, e tendo sempre o cuidado de dirigir a corrente ao meio do pedaço de papel circular, que cobria a neve.

Pondo a redoma em que estava à neve e

agua, junto á janella, tirei muito de vagar o papel, que cobria a superficie da neve, e me preparei para observar á minha vontade o resultado desta interessante experiencia.

Em poucos instantes fiquei convencido, que naõ se baldariaõ as minhas esperanças. Na experiencia precedente se tinha derretido hum pedaço de neve semelhante em menos de tres minutos: mas nesta segunda experiencia eraõ passados mais de seis minutos, ainda a neve naõ dava sinal algum de commeçar a derreter-se; tinha a superficie unida, e brilhante, e a agua, que estava immediatamente em contacto com ella, parecia estar perfeitamente tranquilla, ainda que os movimentos interiores da agua quente, e que communicaõ o seu calor aos lados do vaso, e ao ar, fossem muito rapidos, como eu podia muito bem perceber por meio de algumas particulas terreas, e outros fragmentos solidos que por acaso estavaõ na agua.

Examinei a neve com hum excellente microscropio, mas passou-se muito tempo, antes que désse algum sinal de fusaõ. Os angulos do pedaço de neve ficaraõ sempre vivos, e as particulas de poeira, que se precipitavaõ da agua quente, á medida que se esfriava, ficavaõ sem movimento logo que chegavaõ á superficie da neve.

Co-

Como a agua quente tinha sido trazida da cozinha em huma cafeteira, já naõ estava perfeitamente fervente quando se deitou na jarra. Passado hum minuto de descanço no vaso, mergulhei dentro o thermometro, e achei que a temperatura estava em 180 gr.

Doze minutos depois estava a temperatura, huma pollegada acima da superficie, em 170 gr., e na profundidade de 7 pollegadas, ou huma pollegada acima da superficie da neve, estava a temperatura em 169 $\frac{1}{10}$, entretanto que tres quartos de pollegada mais abaixo, ou hum quarto de pollegada acima de neve, a temperatura era sómente de 40 gr.

No fim de 20 minutos o calor da agua em differentes profundidades estava da maneira seguinte.

Immediatamente acima da superficie da neve.	40 gráos.
Na distancia de meia polleg. acima.	46 gr.
A huma pollegada.	130 gr.
A tres pollegadas.	159 gr.
A sete pollegadas.	160 gr.

No fim de 35 minutos o calor estava graduado na maneira seguinte.

Na superficie da neve.	40 gr.
Meia pollegada acima.	76 gr.
Huma pollegada acima.	110 gr.
Duas pollegadas acima.	144 gr.

Tres

Tres pollegadas. 148 gr.
Cinco pollegadas. 148 $\frac{1}{2}$ gr.
Sete pollegadas. 149 gr.

No fim de huma hora estava o calor na fórma seguinte.

Na superficie da neve. 40 gr.
Huma pollegada acima. 80 gr.
Duas pollegadas. 118 gr.
Tres pollegadas. 128 gr.
Quatro pollegadas. 130 gr.
Sete pollegadas. 131 gr.

Passada huma hora e 15 minutos estava o calor.

Na superficie da neve. 40 gr.
Huma pollegada acima. 82 gr.
Duas pollegadas. 106 gr.
Tres pollegadas. 123 gr.

Até aqui se tinha medido o calor da agua junto aos lados da jarra: nas experiencias seguintes se fez a observaçaõ no meio, ou junto ao eixo do vaso.

Hora e meia depois, que a agua fervente se tinha lançado no vaso, se achou o calor no meio da redoma na fórma seguinte.

Na superficie da neve. 40 gr.
Huma pollegada acima. 84 gr.
Duas pollegadas. 115 gr.
Tres pollegadas. 116 gr.
Sete pollegadas. 117 gr.

No

No fim de duas horas o calor, no meio do vaso, estava da maneira seguinte.

Na superficie da neve.	40 gr.
Huma pollegada acima.	76 gr.
Duas pollegadas.	94 gr.
Tres pollegadas.	106 gr.
Quatro pollegadas.	108 $\frac{1}{4}$ gr.
Seis pollegadas.	108 $\frac{1}{2}$ gr.

Tendo acabado a experiencia neste ponto se separou a agua quente da neve, e pezando o pedaço de neve que restava, se achou que se tinhaõ derretido 5 onças e 6 grãos de neve, pezo de Troya, ou 2405 grãos.

Tomando a temperatura média da agua, no fim da experiencia em 106 gr., parece que a massa da agua quente, que peza 73 onças e hum quarto, se tinha esfriado 78 gr., isto he, desde a temperatura de 184 gr. até á temperatura de 106 gr. durante o curso da experiencia. Porém sendo conhecido, que huma onça de neve absorve precisamente tanto calor, mudando-se em agua, como huma onça de agua perde de calor esfriando-se até 140 gr.; he evidente, que huma onça de agua, que se esfriou 78 gr. perde a quantidade de calor necessario para derreter $\frac{78}{140}$ de onça de neve; consequentemente as 73 onças e hum quarto de agua que nesta experiencia se esfriáraõ

78,

78 gr. deraõ huma quantidade sufficiente para derreter $\frac{73\frac{1}{4}\times 78}{140} = 40$ onças $\frac{3}{10}$ de neve.

Porém a quantidade de neve derretida naõ foi senaõ 5 onças, logo parece que *só se communica a neve huma oitava parte do calor emanado da agua; e o resto passou para o ar.*

Como nesta experiencia se empregou a mesma quantidade de agua quente, que na experiencia N. 15, que tinha immediatamente precedido; e como esta agua estava contida no mesmo vaso, parece que a neve se derrete, ao menos, *oitenta vezes* mais de vagar no fundo de certa massa de agua fervente, do que aboiando na superficie; porque, na experiencia N. 15, dez onças $\frac{1}{8}$ de neve foraõ derretidas em dous minutos e 58 segundos, logo 5 onças se deveriaõ derreter em hum minuto e 29 segundos; porém na experiencia N. 16 foraõ necessarias duas horas, ou 120 minutos para derreter 5 onças.

Com tudo sempre a neve se derreteo no fundo da agua quente, ainda que muito lentamente, e só esta circunstancia seria bastante para destruir a minha hypothese, relativa ao modo porque o calor se propaga nos liquidos, se eu naõ tivesse achado o meio de explicar este facto cabalmente, sem que precise deixar a minha opiniaõ. Ho-

Horã e meia depois que lancei agua quente na redoma, na ultima experiencia, examinei a superficie da neve, e descubi hum phenomeno que atrahio a minha attençaõ, e que me excitou a curiosidade: percebi que a neve se tinha derretido, e diminuido na sua superficie, excepto nas partes em que estava cuberta com as lascas de abeto, que segurayaõ o pedaço da neve contra o fundo do vaso.

Naõ me teria admirado se a neve se tivesse conservado sómente debaixo da fasquia inferior, que descançava immediatamente sobre a superficie da mesma neve; porém aquella parte da superficie da neve que correspondia á outra fasquia transversal, a qual naõ tocava a neve senaõ nas suas extremidades, apparecia igualmente intacta, o que me fez dobrar a attençaõ; nem pude explicar este facto senaõ fazendo a supposiçaõ de que a neve se tinha derretido pelos rayos calorificos, que emanavaõ da agua quente, e que as partes da neve assombradas pelas fasquias de abeto, naõ podendo receber estes rayos, se naõ tinhaõ podido derreter.

Estas apparencias me tocáraõ de maneira, que me decidi a fazer a experiencia seguinte com o fim unico de aclarar esta materia.

Experiencia N. 17.

Metti hum pedaço de neve de fórma circular, quasi da largura do fundo da redoma, e de tres pollegadas de grossura, em huma jarra de vidro de seis pollegadas e meia de diametro, e de oito pollegadas de altura; e puz sobre a superficie mais plana da neve hum prato de estanho muito delgado, que tinha obra de seis pollegadas e meia de diametro; e era bastante grande para cobrir a neve. Este prato ou chapa de estanho tinha hum fio de arame ao redor para conservar a sua fórma, e no centro se lhe fez huma abertura circular de quasi duas pollegadas de diametro: fixou-se então bem na superficie da neve por meio de muitas cunhas de páo delgadas postas entre a sua circumferencia e os lados da jarra.

Poz-se ao depois na redoma outra chapa de estanho de fórma circular, inteiramente semelhante á outra que acabei de descrever, e tendo tambem hum buraco no centro, esta ficava distante da outra huma pollegada, e paralella á primeira; e se fixou no seu lugar por meio de cunhas de madeira.

Depois de ter arranjado este apparato, se levou a jarra para huma casa cuja temperatura estava em 34 gr., thermometro de Farenheit, e se lhe deitou dentro agua fria quanta

ta foi bastante para cobrir a chapa superior; então se lançou no vaso agua fervente, até chegar a meia pollegada distante da borda, e cobrindo-o se deixou descançar por duas horas.

Passado este tempo se vasou a agua, que ainda tinha algum calor, tirando-se tambem as chapas para examinar a neve. Tinha-se formado nesta huma excavaçaõ circular, da mesma grandeza que a abertura da chapa com que a neve estava coberta, isto he de duas pollegadas de diametro. Esta excavaçaõ era perfeitamente regular, e tinha $\frac{2}{10}$ de pollegada de profundidade.

Naõ esperava este resultado, e notei mais hum phenomeno singular, que naõ pude por muito tempo explicar. Todas as partes da superficie da neve, que tinhaõ ficado cobertas pela chapa de estanho, pareciaõ perfeitamente unidas, e niveladas; nem havia sinal algum de se haverem derretido ou diminuido, excepto no lugar em que se formou hum canal de huma pollegada de largo, e pouco mais de $\frac{2}{20}$ de pollegada de fundo, que evidentemente mostrava ter sido cavado pela corrente de agua quente que provinha da excavaçaõ que tinha descripto, este canal se dirigia desde o centro do pedaço de neve até á circumferencia. A borda ou lado vertical do pedaço

de neve estava inteiramente gastada na parte por que passou a corrente; assim naõ era de modo nenhum equivoca a direcçaõ da corrente. Sahio esta, sem duvida, da excavaçaõ circular, que se achava no meio da neve; e posto que á primeira vista parecesse difficil explicar este facto, e provar como póde lá chegar a agua quente; entretanto he manifesto que o movimento desta corrente de agua naõ podia provir de outra cousa, senaõ de ser o seu pezo especifico maior que o do resto da agua da mesma profundidade: era próva de ser esta maior densidade acompanhada de maior gráo de calor, a profundidade do canal, que a corrente tinha cavado na neve, ao mesmo tempo que as outras partes da superficie do disco, ao mesmo nivel, naõ tinhaõ sido derretidas pela agua, que descançava sobre a sua superficie. Para aclarar este ponto fiz a experiencia seguinte.

Ex-

Experiencia N. 18.

Se a excavaçaõ circular da neve, correspondente á abertura circular do centro da chapa de estanho que a cobria, fosse formada pelo calor, que impropriamente chamei *radiante*, ou pelos rayos calorificos emanados da agua quente; neste caso, como algum dos rayos deviaõ provavelmente reflectir debaixo para a superficie da agua, tentando passar para a atmosphera, suppuz eu que, talvez se diminuisse sensivelmente o effeito calorifico destes rayos reflectidos, impedindo-os de chegar á neve, que tentei effeituar, fazendo-a absorver por hum corpo negro e leve, composto de huma tampa de abeto, de figura circular, forrada de seda preta, a qual tampa aboiava na superficie da agua. Se o resultado fosse tal qual eu esperava, teria razaõ de suppor que estes rayos eraõ verdadeiramente a causa dos effeitos que tinha percebido; mas fazendo esta experiencia com grande cuidado naõ pude alcançar o cobrir a superficie da agua quente com hum corpo preto produzisse no resultado differença alguma sensivel, comparada com a experiencia precedente (N. 17).

Tendo meditado algum tempo sobre esta materia, me pareceo que se poderia explicar satisfactoriamente a fusaõ da neve na superficie

cie superior sem suppor que a agua fosse conductor do calor, nem que o effeito de que tratamos fosse produzido pelos rayos caloríficos.

Entre as leis da natureza que nos saõ conhecidas, he huma das mais geraes que todos os corpos sólidos, ou fluidos se condensaõ com o frio; porém a agua parece formar huma excepçaõ desta lei. He verdade que este fluido, assim como todos os corpos visiveis, se condensa pelo frio em todas as temperaturas superiores á da neve, porém a sua condensaçaõ, que he proporcional á privaçaõ do calor, naõ continua até á temperatura em que se faz a mudança para neve. Quando a agua se vai esfriando gradualmente, se vai ao mesmo tempo condensando, porém ao chegar ao ponto de 40 gr., na escala de Farenheit, deixa de condensar-se, e continuando a esfriar-se, experimenta huma *dilataçaõ*, que naõ cessa á medida que perde o calor até ao ponto de congelar-se.

Desde o momento em que a agua adquire consistencia, e depois que fica sólida, continua sempre a dilataçaõ, á proporçaõ que o frio augmenta. Este facto foi notado por *Mr. De Luc*, no seu Tratado sobre as modificaçõens da atmosphera, e foi desenvolvido e provado cabalmente por *Sir Carlos Bladgen*. Vejaõ-se as Transacç. philos. vol. LXXVIII.

Po-

Porém como a agua que está em contacto com a neve derretida, está sempre na temperatura de 32 gr. he evidente que a agua nesta temperatura deve ser especificamente mais leve do que a agua que tem oito gráos mais de calor, isto he, que está na temperatura de 40 gr.: por consequencia estando no mesmo vaso duas particulas de agua nestas duas temperaturas a que he mais leve e mais fria, deve necessariamente ceder o seu lugar á que he mais pezada e mais quente, e das correntes de agua *a mais quente* descerá para o lugar d'aquella que está *mais fria*.

Nas duas ultimas experiencias a chapa de estanho que cobria a superficie da neve servia para encerrar a pequenissima lamina de agua, que estava entre la mesma chapa, e a neve, de maneira que esta mesma se naõ podia levantar porque a chapa a impedia, e como tambem naõ tinha esta agua alguma tendencia a descer, he provavel que ella ficasse parada no seu lugar; e estando na temperatura de neve naõ podia derreter a neve sobre que repousava.

Porém como a chapa de estanho tinha no centro huma abertura circular, ficava, nesta parte, descuberta a superficie da neve, e a agua da temperatura da neve que estava em contacto com o pedaço de neve, era deslocada

da e substituida pela agua mais quente e mais pezada, que vinha de cima; esta corrente de agua quente formou a excavaçaõ na neve em fórma de bacia concava.

A agua quente, contida nesta fórma de bacia, trasbordava no mesmo instante em que a bacia se formava, e dirigindo-se para a parte que achava mais baixa, abria caminho por baixo da chapa até chegar á periferia da neve donde se precipitava para o fundo do vaso. A agua desta corrente quente formava na neve, em razaõ do seu calor, hum canal profundo, que no fim da experiencia tinha ainda mais profundidade que o fundo da bacia donde a corrente cahia.

Pareceo-me satisfactoria esta explicaçaõ dos effeitos, que tinha observado; e quanto mais meditava sobre isto, tanto mais me persuadia que todos os liquidos em geral deviaõ ser *naõ conductores do calor.*

Partindo deste principio, pude conhecer facilmente a razaõ porque se derretia a neve no fundo da agua quente, na exper. N. 16, e porque este phenomeno tinha lugar muito lentamente. Animado por este bom successo, continuei a projectar, e a executar experiencias ainda mais decisivas, cujo resultado provará, espero eu, convenientemente o principio que pertendo estabelecer.

Se

Se a agua he verdadeiramente hum perfeito *naõ conductor do calor*, quero dizer, se naõ ha nenhuma commnnicaçaõ de calor entre as moleculas, ou particulas deste fluido (que he justamente a minha hypothese) como o calor só póde propagar-se em consequencia de movimentos occasionados neste fluido pelas alterações que soffre a gravidade especifica das suas particulas, as quaes alterações saõ o effeito das variações na temperatura, segue-se que o calor se naõ propaga na agua de sima para baixo; em quanto este fluido continuar a condensar-se pelo frio; e he sómente nesta direcçaõ (para baixo) que o calor se póde propagar, sempre que a agua chegue á temperatura em que o frio comece a dilatalla, o que, segundo a experiencia, parece *acontecer* aos 40 gr. da escala no thermometro de Farenheit.

Raciocinando sobre estes principios, se deduz esta notavel conclusaõ; a saber, *que a agua estando sómente em 8 gr. acima do ponto de congelaçaõ, ou na temperatura de 40 gr., póde derreter em certo tempo a mesma quantidade de neve, estando a neve na sua superficie*, que derreteria hum igual volume de agua em temperatura maior, *ainda estando fervente.*

Talvez o leitor pense, que eu confiava

demasiadamente na opiniaõ que tinha adoptado, vendo que me animei a fazer, posto que em particular, as experiencias necessarias para estabelecer este facto.

Experiencia N. 19.

Tomei huma jarra de vidro cylindrica, de 4,7 pollegadas de diametro, 13,8 pollegadas de altura, e lancei dentro desta jarra 43,87 pollegadas cubicas d'agua, huma libra onze onças e meia, pezo de Troya: metti a jarra em huma mistura de neve quebrada em pedaços, e sal commum, fazendo gelar a agua da jarra até ficar em massa compacta, firmemente apegada ao fundo e lados do vaso, e tendo a fórma de hum cylindro de neve de tres pollegadas de altura.

Gelada completamente a agua da jarra, tirei o vaso da mistura frigorifica, e o puz dentro em outra mistura de neve quebrada e agua pura, onde o deixei por quatro horas inteiras a fim de que a neve contida na redoma ou jarra de vidro chegasse á temperatura de 32 gráos.

A redoma continuou a estar na mistura de neve e agua, cuja superficie estava ao nivel com a neve contida no bocal; e eu tapei o disco da neve por cima com hum papel gros-

grosso, de figura circular, e lancei na redoma brandamente $73\frac{1}{4}$ onças, pezo de Troya, de agua fervente, que se elevou a oito pollegadas acima da superficie da neve (veja-se a Estampa II).

Tirei immediatamente o pedaço de papel que cobria a neve, e deixando a agua em contacto com a neve por alguns minutos a deitei fóra da jarra; e pezando logo este vaso, e a neve que se naõ tinha derretido, acertei a quantidade de neve que a agua quente tinha derretido em quanto esteve na jarra.

Repeti esta experiencia quatro vezes no mesmo dia (16 de Março de 1797) variando sempre a duraçaõ do tempo que tinha a agua na jarra sobre a neve. O resultado destas experiencias foi o seguinte.

Numero das experiencias.	Tempo que se demorou a agua quente sobre a neve.	Temperatura da agua quente quando se deitou sobre a neve.	Temperatura da agua huma poll. acima da sua superficie no fim da experienc.	Quantidade de neve derretida.
	minutos.			grãos.
N. 19	1	186°	naõ se obs.	1632
N. 20	$3\frac{1}{4}$	185°	naõ se obs.	1824
N. 21	15	184°	170°	1767
N. 22	60	186°	140°	2573

Pelo resultado destas experiencias he manifesto que no principio da experiencia se derreteo grande quantidade de neve em quanto se deitava a agua quente no vaso; porque esta operaçaõ durava quasi hum minuto, e as irregularidades no resultado das experiencias, principalmente nas tres primeiras, daõ bem a conhecer que nas differentes experiencias era tambem differente a quantidade de neve que se derretia durante esta operaçaõ. Verdade he, que previ este acontecimento, e por isso cobri a superficie da neve com hum pedaço de papel muito grosso, e tive a precauçaõ de deitar a agua na redoma muito de vagar; mas logo vi que todas estas precauções naõ eraõ sufficientes para acautelar

as

as grandes irregularidades no resultado destas experiencias: e como tinha razões para suppor, que o movimento na massa da agua quente, que necessariamente devia acontecer em consequencia de se tirar o papel de figura circular que cobria a neve, era a causa principal destas faltas de exacçaõ, recorri logo a outro meio.

Tomei hum prato razo de madeira leve, de meia pollegada de profundidade, quatro pollegadas e meia de diametro, que era pouco menos do que o diametro interior da redoma, e o seu fundo tinha quasi hum quarto de pollegada de grossura; fiz grande numero de buracos no fundo deste prato, dando-lhe a apparencia de hum crivo; depois o esfriei até á temperatura da congelaçaõ, e o metti na jarra sobre a superficie da neve; lancei-lhe entaõ de vagar a agua quente, que fiz passar por hum tubo de madeira muito comprido: e como este prato furado aboiava sempre no cimo da agua, e como a agua que vinha da parte superior naõ podia cahir com grande impeto, visto que passava por grande quantidade de buracos, he claro, que este simples meio impedia os movimentos violentos, que aconteciaõ deitando-se a agua quente sobre a neve, e removendo-se o papel que a cobria.

Pa-

Para que a agua, deitada pelo tubo de madeira, o qual tinha obra de meia pollegada de diametro, se pudesse dirigir perpendicularmente, e com violencia ao fundo do prato, está a extremidade inferior do fundo fechada com huma rolha de cortiça, e a agua sahia horisontalmente por hum certo numero de pequenos buracos que havia nos lados do tubo junto á extremidade inferior.

Tendo-se acabado de lançar a agua quente sobre a neve, se tirou cuidadosamente o prato crivado de buracos, e se cobria a jarra com huma tampa de madeira, que tinha hum pequeno thermometro de mercurio suspendido no centro.

Os effeitos, que produzio este novo apparato, se poderaõ bem apreciar comparando o resultado das duas experiencias seguintes com o das outras que acabei de referir.

Nu-

Numero das experiencias.	Demora da agua quente sobre a neve.	Temperatura da agua quente.		Quantidade de neve derretida.
	minutos.	no princ.	no fim.	grãos.
N. 23	1	196°	196°	423
N. 24	3	190°	188°	703

Tomei ainda outro expediente para obviar melhor as faltas de exacçaõ, que provinhaõ dos movimentes interiores da massa de agua quente, motivados pela quéda repentina desta agua na redoma, o que naõ podia deixar de influir mais ou menos no resultado das experiencias.

Enchi d'agua de neve huma pequena garrafa de vidro da capacidade d'oito pollegadas e hum quarto, e vazando na redoma o contido nesta garrafa, cobri a superficie da neve com esta agua da mesma temperatura de neve até á altura de 0,478 de pollegada.

Puz o prato de madeira crivado na superficie desta agua de neve em vez de o assentar sobre a mesma neve, e lancei-lhe em cima a a agua quente.

O resultado das experiencias seguintes, mostra que esta disposiçaõ contribue muito pa-

para diminuir as irregularidades apparentes das outras experiencias.

A temperatura do ar da casa em que se fizeraõ as experiencias era 41 gr.

Numero das experiencias.	Demora da agua quente sobre a neve.	Temperatura da agua quente huma pollegada acima da superficie.		Quantidade de neve derretida.
	minutos.	no princ.	no fim.	grãos.
N. 25	10	192°	182°	580
N. 26	30	190°	165°	914
N. 27	180	190°	95°	3200

Pelo resultado das tres experiencias ultimas se póde determinar com bastante certeza, quanta neve se derrete *no acto de lançar a agua quente na jarra*, e consequentemente a proporçaõ em que se derreteo no curso ordinario da experiencia, suppondo que em tempos iguaes se derretem quantidades iguaes.

Como na experiencia 27 se derreteraõ 3200 grãos em 180 minutos, e na experiencia 25, 580 grãos em 10 minutos, póde-se concluir seguramente, que na experiencia 27 se derreteria no mesmo tempo (10 minutos) a mesma quantidade. Logo se de 3200 grãos, quanti-

tidade derrretida em 180 minutos; nesta ultima experiencia se tirarem 580 grãos que deve ser a quantidade derretida nos 10 primeiros minutos, restaráõ 2620, que será a quantidade derretida no curso dos 170 minutos seguintes em que tendo os movimentos occasionados na agua pelo effeito da que se lança no boccal, se deve suppor, que a fusaõ da neve se faz regularmente.

Porém se no curso regular da experiencia se derreteraõ sómente 2620 grãos em 170 minutos, he evidente, que se naõ teriaõ derretido em 10 minutos mais do que 154 grãos, no curso ordinario do processo; porque 170 minutos : 2620 :: 10 minutos : 154 grãos. Logo se de 580 grãos, quantidade real de neve, que se derreteo no espaço de 10 minutos, na experiencia 25, se diminuir 154, restaráõ 426 grãos, que será a quantidade derretida em quanto se deitou a agua na redoma (1).

Vejamos agora até que ponto este resultado se conforma com o da experiencia 26. Nesta experiencia se derreteraõ em 30 minutos 914 grãos: diminuindo-se desta quantidade 426, que he, segundo o calculo pertencen-

(1) Para que este calculo fosse mais rigoroso, seria necessario suppor que a agua quente estava constantemente na mesma temperatura, durante todo o curso da operaçaõ, o que effectivamente naõ acontece. T.

cente, o que se deveria derreter *em quanto se deitou a agua na jarra*, ficaraõ 478 grãos, que será a quantidade derretida em 30 minutos, no curso ordinario do processo, que vem a ser 159 grãos derretidos em 10 minutos; o que differe ponquissimo do calculo precedente que chegava a 150 grãos. Por pequena que seja esta differença, naõ deixa de provar hum interessante facto, e he, que os effeitos produzidos pelo movimento communicado á agua quente, quando se lança na redoma, naõ cessaraõ inteiramente no fim de 10 minutos, ou no fim da quinta experiencia. Logo nos aproximaremos á verdade, tentando descobrir a quantidade de neve derretida, em certo e determinado tempo, no curso ordinario das experiencias, e estabelecendo os calculos no resultado das duas experiencias N. 26 e 27.

Na ultima destas experiencias se derreteraõ, em 180 minutos, 3200 grãos de neve: e na precedente se derreteraõ, em 30 minutos, 914 grãos. Logo se de 3200, que he a quantidade derretida em 180 minutos, diminuirmos 914 grãos, que foraõ os que se derreteraõ nos primeiros 30 minutos, restaraõ 2286 grãos, que será a quantidade derretida nos 150 minutos seguintes, o que dá 152 grãos para a quantidade derretida em 10 minutos: o primeiro calculo elevava esta quantidade a 154 grãos.

Po-

Porém se 152 grãos de neve formaõ a quantidade de neve derretida em 10 minutos no curso ordinario do processo, naõ deveria *por este modo* derreter-se mais do que tres vezes esta quantidade, ou 456 grãos, durante os 30 minutos que levou a experiencia 26: diminuindo esta quantidade de 914 grãos, que he a quantidade realmente derretida no curso da experiencia, o resto que saõ 458 grãos mostra quanta neve se deveria derreter deitando a agua quente sobre a neve, ou em consequencia dos movimentos communicados á agua por esta operaçaõ: o calculo precedente próva que esta quantidade era 426 grãos.

Póde-se concluir, certamente, destes calculos, que no curso ordinario das experiencias, a agua quente naõ faz derreter mais do que 152 grãos de neve no espaço de 10 minutos.

Agora passo a dar conta de varias experiencias em que a agua empregada para derreter a neve estava em temperatura muito menos elevada.

Tirando para fóra da redoma a pequena quantidade de neve que ficou por derreter no fundo, deitei na mesma redoma agua até á altura de quatro pollegadas; e pondo o vaso dentro na mistura frigorifica, o demorei nella até que a agua estivesse inteiramente con-

gelada. Ao depois metti o vaso em huma bacia de louça algum tanto raza, e o mergulhei até á altura da neve interior, na mistura de neve e agua (Veja-se a Estampa II.). Levei ao depois todo este apparato para huma casa, onde se naõ accendia fogo havia muitos mezes, e onde a temperatura do ar estava em 41 gr.; deixei aqui a redoma por duas horas, dando assim tempo a que a neve adquirisse a temperatura de 32 gr.

Passado isto, tirei a redoma do vaso de barro, e limpando-lhe o exterior com hum panno de linho secco pezei exactamente a redoma, e a neve que tinha dentro: tornei entaõ a mettella na bacia de barro, cercando-a de novo com a mistura de agua e neve até ao nivel da superficie da neve.

Lancei ao depois na redoma 73 $\frac{1}{4}$ onças, pezo de Troya, ou 15,160 grãos de agua na temperatura de 41 gráos para cobrir a neve até á mesma altura que o tinha sido nas experiencias precedentes (quasi oito pollegadas) e deixando-a repousar sobre a neve por alguns minutos, a vasei outra vez fóra: enxuguei o exterior da jarra, e a pezei entaõ para acertar quanta neve se tinha derretido, e he de advertir que ao deitar esta agua fria sobre a neve se usou do mesmo tubo, e prato de madeira furado, como se tinha feito com a agua quente.

A

A taboada seguinte indica o resultado de seis experiencias, feitas com o maior cuidado, aos 19 de Março de 1797: ellas se achaõ arranjadas segundo a ordem dos tempos.

Numero das Exper.	Temperatura da agua na jarra huma polleg. acima da superficie.		Temperatura do ar.	Demora da agua sobre a neve.	Quantid. de neve derretida.
	no princ da Exp.	no fim.		minutos.	grãos.
N. 28	41°	40°	41°	10	203
N. 29	41°	40°	41°	10	220
N. 30	41°	40°	41°	10	237
N. 31	41°	40°	41°	10	228
N. 32	41°	38°	41°	30	617
N. 33	41°	38°	41°	30	585

A conformidade do resultado destas experiencias naõ he menos extraordinaria, do que he singular o facto que ellas próvaõ, que he que a agua fervente naõ derrete mais neve, *estando em repouso na superficie*, do que a agua na temperatura de 41 gr., ou 9 gr. somente acima do ponto de congelaçaõ.

Poderia até concluir-se destas experiencias que a agua quente naõ faz tanto effeito como a agua fria, e me parece que se póde explicar este facto plenamente admittindo a supposiçaõ (que aliás se póde considerar como

mo muito provavel), de que a agua he hum naõ conductor do calor.

Segundo o resultado das experiencias feitas com agua quente, apparece, que a quantidade de neve derretida em 10 minutos, no curso ordinario deste processo, chegava sómente a 152 grãos; e nas experiencias feitas com agua fria, a quantidade de neve derretida no mesmo tempo, nunca foi menos de 203 grãos; e tomando o termo médio das quatro experiencias chega a 222 grãos.

Entretanto existe huma circunstancia nas experiencias feitas com a agua fria, que he necessario examinar, antes de admittir os seus resultados como próva cabal da importante theoria de que tratamos.

Nas experiencias feitas com agua quente, grande parte da neve que se derreteo, soffreo esta mudança em consequencia do movimento que se communicava á agua deitando-a na jarra; e o movimento continuou a ser sensivel por mais tempo do que na maior parte das experiencias feitas com a agua fria; Naõ teria a mesma causa influido nos resultados das experiencias feitas com a agua fria? He o que vou a tentar se posso descobrir.

Na experiencia 32 se derreteraõ, em 30 minutos, 617 grãos de neve; e na 33 se derreteraõ, no mesmo tempo 585 grãos: tomando

do o termo médio destas duas experiencias, resulta que se derreteraõ, em 30 minutos, 601 grãos. Logo diminuindo-se desta quantidade a outra, que, segundo o resultado das quatro experiencias precedentes, se deveria derreter em 10 minutos, isto he, 222 grãos; restaráõ 379 grãos, que será a quantidade derretida nos 20 minutos ultimos destas duas experiencias: consequentemente a metade desta quantidade, 189 grãos e meio, he o que se deveria derreter em 10 minutos no curso ordinario do processo.

Porém esta quantidade, 189 grãos e meio, posto que menor do que a quantidade realmente derretida nas experiencias, que duraraõ sómente 10 minutos, he muito mais consideravel do que 152 grãos, que foi a quantidade derretida, no mesmo tempo, no curso ordinario das experiencias em que se empregou a agua quente. Consequentemente a grande questaõ que me induzio a emprehender este curso de experiencias, está, cuido eu, plenamente decidida.

Mas ainda que o seu resultado me parecesse decisivo, era tal o interesse que tomava nestes objectos, que naõ pude deixar de continuar as indagações que lhe diziaõ respeito.

Ti-

Tinha achado, tanto pelas experiencias feitas com agua quente, como pelas outras feitas com agua fria, que se derretia grande quantidade de neve no acto de vasar a agua na jarra, em consequencia dos movimentos communicados á agua durante esta operaçaõ, e isto a pezar do cuidado que tive em diminuir estes movimentos, e em impedir os seus effeitos; dobrei por tanto as precauções para atalhar esta origem de erro, e de incerteza.

Antes de deitar a agua na jarra, cobri a superficie da neve com agua nevada até á altura de 0,956, e tomei esta precauçaõ tanto, quando me servi para a experiencia da agua na temperatura de 41 gr., como quando me servi da agua fervendo. Nas experiencias antecedentes, cobri a superficie da neve com agua nevada, mas foi sómente quando usei da agua quente, e, ainda neste caso, só lancei na jarra ametade da agua de neve que ao depois empreguei no mesmo objecto.

Tambem usei de lançar a agua na jarra mais vagarosamente, por hum tubo mais delgado, e naõ empregando menos de tres minutos em encher a jarra até á altura d'oito pollegadas acima da superficie da neve: tentei mais, examinar qual era o influxo que o ar ambiente, e as cuberturas quentes com que en-

envolvia o vaso, tinhaõ no resultado das experiencias.

A mesma jarra, ou redoma de vidro, servio em todas as experiencias, e a puz sempre na mesma bacia de louça, tendo o cuidado de a involver pela parte de fóra com neve até á altura da neve interior. Esta jarra era de figura muito regular approximando-se a hum cylindro perfeito; e por consequencia era muito propria para o uso, que lhe tinha destinado.

Em cada huma das tres primeiras experiencias que se achaõ registadas na taboada seguinte, se envolveo a jarra com hum panno de pelucia de algodaõ. Esta cobertura, que tinha mais de huma pollegada de grossura, cercava a jarra desde a superficie da neve até ao cimo do vaso.

A abertura da jarra, estava coberta primeiramente com huma tampa de madeira, no centro da qual estava suspendido hum thermometro, cuja bóla estava huma pollegada acima da superficie da agua, e por cima desta coberta de madeira lhe puz outra cubertura grossa de algodaõ.

Em todas as experiencias comprehendidas na taboa seguinte, excepto nas tres primeiras, ficou a jarra exposta ao ar sem envoltorio que encobrisse menos na parte infe-

nor, que, como já disse, estava cercada de neve, ou gelo quebrado e agua, até á altura da neve contida no vaso.

Nas duas experiencias N. 37. e 38, que estaõ marcadas com o asterisco, a superficie da neve estava coberta com agua nevada até á altura de 0,478 pollegadas: em todas as outras experiencias estava coberta na altura de 0,956 de pollegada.

Nu-

Numeros das Exper.	Temperatura da agua na jarra huma polleg. acima da sua superficie.		Temperatura do ar.	Demora da agua sobre a neve.	Quantid. de neve derretida.
	no princ. da exp.	no fim da exper.		minutos.	grãos.
N. 34	188°	199°	41°	30	634
N. 35	189°	180°	41°	30	747
N. 36	190°	147°	41°	180	3963
N. 37	41°	38°	41°	30	592
N. 38	41°	43°	61°	30	676
N. 39	186°	157°	61°	30	559
N. 30	188°	156°	61°	30	575
N. 41	190°	156°	61°	30	542
N. 42	41°	43°	61°	30	573
N. 43	42°	44°	61°	30	575
N. 44	42°	35°	61°	120	2151

O resultado destas experiencias daria materia para muitas reflexões curiosas; mas contentar-me-hei por ora com fazer sómente duas ou tres observações.

Primeiramente deve-se notar, que naõ obstante ter-se derretido menos neve nas experiencias N. 34 e N. 35, que duráraõ 30 minutos, do que se derreteo na experiencia N. 36 que foi de 180 minutos, se derreteo mais neve do que na experiencia N. 27, cuja duraçaõ foi igual: ao depois relataremos a differença que ha entre as duas experiencias mencionadas.

Quanto á differença dos resultados das experiencias de 30 minutos, naõ ha duvida que proveio das precauções, que se tomáraõ na ultima serie de experiencias, para prevenir o effeito dos movimentos, que tinhaõ lugar na agua, quando se vasava na jarra; donde resultou derreter-se menos neve nas experiencias N. 34 e 35 do que na experiencia N. 26.

Em segundo lugar, parece que houve mais neve derretida no mesmo intervallo de tempo, quando a jarra estava envolvida com a cobertura grossa, do que quando estava exposta ao ar.

Esta differença chega a ser consideravel. A quantidade média derretida em 30 minutos, estando a jarra coberta (Exp. 34 e 35) he de 690 grãos e meio; porém estando sem cubertura a quantidade média de neve derretida nas tres experiencias (N. 39, 40, e 41) foi sómente de $558\frac{2}{3}$ grãos.

Em terceiro lugar, a quantidade de neve derretida, estando a jarra absolutamente descuberta e exposta ao ar, foi muito maior quando a agua estava na temperatura de 41 gráos, do que quando estava fervente. Na experiencia N. 41 em que a agua deitada sobre a neve estava na temperatura de 190 gr., se derreteraõ sómente 542 grãos de neve no espaço de 30 minutos, ao mesmo tempo que na ex-

pe-

periencia seguinte N. 42, em que a agua estava na temperatura de 41 gr., isto he, 149 gr. mais fria, se derreteraõ no mesmo intervallo de tempo 573 gràos.

Tinha notado, que quando a jarra estava envolvida com a cobertura de algodaõ grossa, a agua quente fazia derreter maior quantidade de neve; e desejei saber que effeitos obteria mergulhando o vaso até á borda na mistura de agua e neve, em vez de mergulhar sómente até á altura da superficie da neve interior.

Desejei tambem descobrir, se era possivel que a agua, em temperatura pouco acima daquella em que este fluido principia a condensar-se com o frio, naõ derreteria mais neve do que huma igual quantidade do mesmo fluido, ou mais frio, ou mais quente. O resultado da experiencia 43 me provou o que hum calculo bem simples me teria indicado, isto he, que quando a temperatura da agua está só alguns gráos acima do ponto de congelaçaõ, se a quantidade, ou a profundidade naõ he consideravel, se esfriará em pouco tempo a ponto de retardar a fusaõ da neve: e quanto á agua quente, a maior quantidade de neve que esta derreteo, estando o vaso envolvido com a cobertura quente, me convenceo que a verdadeira causa, que impedia a

agua

agua quente de derreter tanta neve como derretia a agua fria no curso das experiencias, eraõ os obstaculos, que oppunhaõ a fusaõ da neve, as correntes descendentes formadas na agua quente, pelo resfriamento que produzia o ar que estava em contacto com a superficie do liquido, e com as paredes do vaso.

Na regiaõ, que está constantemente na temperatura de 40 gr., se encontraõ ás correntes descendentes com as ascendentes que se elevaõ da superficie da neve; donde parece provavel que estas ultimas, de que depende a fusaõ da neve, fiquem retardadas por este encontro.

Retardando-se o resfriamento da agua quente superior pelo effeito da cobertura, que envolvia a parte superior do vaso, se diminuia realmente a velocidade das correntes descendentes; porém, cessando este effeito, o resultado da experiencia mostrava, que a fusaõ da neve se accelerava.

Se a jarra estava descoberta, e era rapido o resfriamento da agua quente, e por consequencia os movimentos das correntes descendentes, naõ se derretiaõ senaõ obra de 542 grãos, ou quando muito, 575 grãos, no espaço de 30 minutos; porém estando a jarra envolvida com a cobertura espessa, se derre-

te-

teraõ 634 gr., e em huma das experiencias (N. 35) chegou a 747 no mesmo intervallo de tempo.

Mergulhando o vaso na mistura de agua, e neve, necessariamente se havia de accelerar o resfriamento da agua quente, e se havia, por consequencia, augmentar a rapidez das correntes; donde parece que este processo deveria impedir muito as correntes ascendentes da agua nevada, que partiaõ da superficie da neve. Resulta daqui a duvida, se tambem por esta razaõ se diminuiria a quantidade de neve derretida? Poderemos dissolver esta questaõ comparando as experiencias seguintes com o resultado das outras N. N. 39, 40, e 41.

Nu-

Numero das Exper.	Temperatura da agua na jarra huma polleg. acima da superficie.		Temp. da mistura em que se mergulh. o vaso até á borda.	Demora da agua sobre a neve.	Quantid. de neve derretida.
	no princ da Exp.	no fim.		minutos.	grãos.
N. 45	188°	68°	32°	30	406
N. 46	186°	67°	32°	30	440
N. 47	189°	68°	32°	30	432
N. 48	187°	67°	32°	30	335
N. 49	188°	68°	32°	30	384

Quantidade de neve derretida nas 5 experiencias. 1997

Quantidade média derretida pela agua quente, estando o vaso até á borda na mistura de neve e agua. 399 1/2

Quantidade mèdia derretida pela agua quente em 30 minutos nas duas experiencias N. 26. e 27. estando a parte do vaso, occupada pela agua, cercada com ar na temperatura de 41°. 456

Quantidade média derretida pela agua quente em 30 minutos, nas tres experiencias N. 39, 40, e 41, quando a parte do vaso, occupada pela agua, estava cercada com ar na temperatura de 61°. 558 1/2

Quantidade média derretida pela agua quente, em 30 minutos, nas duas experiencias N. 34. e 35 estando a parte do vaso occupada pela agua envolvida com a cobertura grossa de algodaõ. 690 1/2

Todas estas experiencias foraõ feitas pela mesma maneira, e com igual cuidado, de modo que naõ houve entre ellas mais differen-

rença do que na cobertura exterior que tinha aquella parte do vaso, que estava acima da superficie da neve; por consequencia os resultados destas experiencias devem mostrar os effeitos produzidos por estas differenças.

Poderia eu talvez conjecturar que a maior quantidade de neve que se tinha derretido, quando se conservou por mais tempo o calor da agua no vaso, foi occasionada, ao menos em parte, pelo calor communicado de cima para baixo pelo intermedio do vidro; porém he evidente que esta conjectura seria mal fundada naõ só pelo modo por que se tinha operado a fusaõ da neve, mas tambem pelo resultado de experiencias semelhantes, feitas com agua muito mais fria.

Se a neve fosse derretida pelo calor communicado pelo vidro, indubitavelmente seria atacada primeiro naquellas partes da sua superficie que estavaõ em contacto com o vidro; porém jámais percebi que tal cousa acontecesse.

O resultado das experiencias seguintes provará hum facto que era facil de prever; e vem a ser, que a temperatura do meio, que cerca a parte superior do vaso, naõ affecta sempre o resultado da experiencia no mesmo gráo, nem da *mesma maneira*, nas diversas

experiencias em he differente a temperatura da agua do vaso.

Para facilitar a comparaçaõ destas experiencias, com as precedentes, e que saõ do mesmo genero, passo a reunillas em huma só taboa.

Numero das experiencias.	Temperatura da agua no vaso huma pollegada acima da sua superficie.		Temper. do meio que cercava a part. sup. do vaso.	Demora da agua sobre a neve.	Quantidade de neve derretida.
	no princ.	no fim.		minutos.	grãos.
N. 50	41°	36°	32	30	542
N. 37	41°	38°	41	30	591
N. 42	41°	43°	61	30	576

He certamente muito notavel que a agua na temperatura de 41 gráos derreteo muito mais neve, estando o vaso cercado pela mistura de agua, e neve quebrada, do que derreteo a mesma quantidade de agua fervente, e nas mesmas circunstancias. Na experiencia N. 50 a quantidade de neve derretida foi de 542 grãos, ao mesmo tempo que a quantidade derretida pela agua fervente, tomado o termo médio de cinco experiencias (N. 45, 46, 47, 48, e 49) naõ excedeo $399\frac{2}{5}$ grãos; mas o resultado das quatro experiencias seguintes he ainda mais admiravel, se he possivel.

Es-

Estas experiencias foraõ feitas com agua na temperatura de 61 gr., a temperatura do ar da casa era de 61 gr. Nas duas primeiras experiencias estava o vaso mergulhado até á borda na mistura de neve e agua: nas duas ultimas só estava mergulhada na mistura a parte inferior até ao nivel da neve interior, o resto do vaso estava descoberto e exposto ao ar ambiente.

Em cada huma destas experiencias, bem como nas outras precedentes, houve o cuidado, antes de lançar a agua na jarra de cobrir a superficie da neve, até á altura de 0,956 de pollegada, com agua nevada para livrar mais efficazmente a neve dos effeitos que produziriaõ os movimentos accidentaes que necessariamente deviaõ acontecer na agua que se empregava para derreter a neve, houve tambem o cuidado de empregar sempre a mesma quantidade de agua, que era 73 onças e meia, pezo de Troya, que vinha a ser quanta bastava para encher o vaso até á altura de 8 pollegadas.

Numero das Exper.	Temperatura da agua no vaso huma polleg. acima da superficie.		Temper. do meio que cercava a parte superior do vaso.	Demora da agua sobre a neve.	Quantid. de neve fundida.
	no princ da Exp.	no fim.		minutos.	grãos.
N. 51	61°	49°	32°	30	660
N. 52	61°	50°	32°	30	662
N. 53	61°	60°	61°	30	642
N. 54	61°	60°	61°	30	650

Estas experiencias saõ notaveis naõ só em razaõ da pequena differença que ha nas quantidades de neve, que se derreteo em consequencia do resfriamento das paredes do vaso, mas tambem, e muito particularmente, porque esta differença era directamente contraria aos effeitos produzidos pelos mesmos meios nas experiencias feitas com agua quente. Derreteo-se *mais neve* quando se conservou o exterior do vaso na temperatura da neve, do que quando se cercou com ar da temperatura de 61 gr.

Podem-se, creio eu, explicar estes factos pelos principios que expuz sobre o modo da propagaçaõ do calor nos fluidos; mas sem me avançar demasiado em considerações abstractas, farei algumas reflexões sobre todas as experiencias precedentes para ver quaes saõ

as

as consequencias geraes que dellas se podem deduzir com alguma certeza.

Huma das experiencias em que se derreteo maior quantidade de neve com a agua quente, foi a exp. N. 36, em que se derretéraõ 3963 grãos em tres horas, ou 180 minutos. Se desta quantidade se diminuir o que se devia derreter em 30 minutos, que, segundo o resultado das experiencias precedentes, devia ser 690 grãos e meio, 3272 grãos e meio, quantidade derretida nos ultimos 150 minutos, teremos 654 grãos e meio para a quantidade derretida em 30 minutos no curso ordinario da experiencia.

Esta quantidade 654 grãos e meio diminuida da outra, que por termo médio das experiencias N. 34, e 35 se acha ser 690 grãos e meio realmente derretidos em 30 minutos, dará 36 grãos, que será a quantidade de neve derretida, em ambas as experiencias pelo effeito dos movimentos accidentaes, communicados á agua quente, quando se lançava na jarra. A differença entre estas duas quantidades, posto que de 36 grãos, he pouco consideravel, e faz ver que as precauções empregadas para diminuir os effeitos produzidos por estes movimentos foraõ muito efficazes.

Como o resultado das tres experiencias N. 34, 35, e 36 foraõ muito regulares e comple-

pletos, e o calor da agua parece ter sido inteiramente aproveitado, em razaõ da grossa cobertura que envolvia o vaso; além disto como a fusaõ da neve continuou regular, isto he, uniformemente, por longo tempo (tres horas) na experiencia 36, póde daqui concluir-se que naõ teria sido possivel fazer derreter mais neve por meio da agua fervente espalhada e fechada sobre a superficie da mesma neve, do que se derreteo nestas experiencias.

Esta quantidade foi de 654 grãos e meio em 30 minutos.

Porém he necessario advertir, que se empregáraõ nestas experiencias meios extraordinarios, que fizeraõ derreter grande quantidade de neve, pelo que naõ se podem considerar estas experiencias como semelhantes áquellas que foraõ feitas com a agua fria, e por consequencia se naõ podem comparar com ellas.

Quando as experiencias foraõ semelhantes aos resultados das que se fizeraõ com agua, em differentes temperaturas, foraõ da maneira seguinte.

		Neve derretida em 30 minutos.
		Grãos.
Nas experiencias onde a parte do vaso occupada pela agua estava exposta ao ar da temperatura de 60 gr.	Com *agua fervente* (Experiencias N. 39, 40, e 41)	558 1/3
	Com agua na temperatura de 61 gr. (Exp. N. 53, e 54)	646
	Com agua na temperatura de 41 gr. (Exp. N. 42, e 43)	574
Nas experiencias em que a parte da redoma occupada pela agua estava cercada de neve quebrada e agua, e por consequencia estava na temperatura de 32 gr.	Com *agua fervente* (Experiencias N. 45, 46, 47, 48, e 49)	399 1/3
	Com agua na temperatura de 61 gr. (Exp. N. 51, e 52)	661
	Com agua na temperatura de 41 gr. (Exp. N. 50)	542

Do resultado de todas estas experiencias se póde muito bem tirar a conclusaõ de que a agua fervente naõ póde derreter mais neve, *pousando sobre a sua superficie*, do que huma igual quantidade de agua na temperatura de 41 gr., ou 9 gr. sómente acima do ponto de congelaçaõ.

Lisongeo-me de que este facto será tido por incontrastavel, prova de que a agua he hum *naõ conductor do calor*, e que o calor se propaga nella sómente em consequencia dos movi-

vimentos que ella occasiona nas partes separadas deste fluido (1).

A descoberta deste facto patentea aos nossos olhos huma das mais interessantes scenas economica da natnreza; mas para preparar o nosso espirito de maneira, que possa entrar na sua contemplaçaõ, he conveniente trazer á memoria o que já se disse sobre a propagaçaõ do calor nos fluidos, e particularmente na agua, addindo-lhe algumas observações accidentaes, que podem acclarar esta materia, que he de sua natureza muito abstracta.

Quem puder alcançar o verdadeiro fim destas indagações, naõ achará desnecessarias as observações que temos ainda de fazer sobre esta materia.

CA-

(1) A idéa que esta descoberta nos dá sobre a natureza dos processos mechanicos, que se observaõ nas dissoluções chimicas he muito evidente, e por isso me naõ demoro a descrevella; parece-me que esta mesma descoberta nos põe em estado de poder explicar plenamente os differentes phenomenos das affinidades chimicas e ainda da vegetaçaõ. Talvez todos os movimentos que padecem os corpos inanimados sobre a superficie do globo se possaõ attribuir á mesma causa, isto he, á potencia naõ conductora dc calor, que tem os fluidos.

CAPITULO III.

Recapitulaçaõ e observaçõe ulteriores sobre a materia do cap. precedente. Todos os corpos se condensaõ pelo frio, excepto sómente a agua. Effeitos admiraveis que produz sobre a terra esta lei particular da Natureza relativa á condensaçaõ da agua. Esta excepçaõ das suas leis geraes he huma próva sensivel de alguma causa final na constituiçaõ do nosso globo, e huma próva que deve despertar o sentimento de todo o ente sensivel, e agradecido. Esta lei particular naõ tem lugar na condensaçaõ da agua salgada. Causa final da propriedade salina do mar. Provavelmente o Oceano he destinado pelo Creador para regular, e temperar o calor; se fosse de agua doce naõ preencheria estes fins. Causas finaes da qualidade naõ salina dos lagos ou mares mediterraneos, nas latitudes septentrionaes. Utilidade destas pesquizas.

A Causa immediata dos movimentos que padecem os liquidos, quando mudaõ de temperatura, he evidentemente a mudança de gravidade especifica nas particulas do liquido,

que se fazem mais quentes, ou mais frias do que o resto da massa; e como huma dada mudança de temperatura póde alterar a gravidade especifica de huns fluidos mais do que outros, parece que esta circunstancia, sendo absolutamente independente da sua maior ou menor fluidez, deve produzir huma differença sensivel na sua faculdade de transmittir o calor.

Quanto mais o liquido se dilata, pela mudança de temperatura, tanto mais rápida será a sobida das particulas que recebem primeiro os effeitos do calor; e como ellas se achaõ logo substituidas por particulas mais frias, que tambem ao depois se aquecem, este movimento produzirá huma communicaçaõ rápida do calor do corpo, que aquece, ao liquido aquecido.

Mas, por outra parte, quando a gravidade especifica do liquido quasi se naõ altera pela mudança de temperatura determinada, os movimentos que o calor occasiona nas particulas do liquido saõ muito lentos; e por consequencia a communicaçaõ do calor muito pouco rápida.

Demoremo-nos aqui hum momento para fazer huma pergunta interessante: Supponhamos que no arranjamento geral do nosso globo parecia necessario ao Creador, que a agua

se

se naõ gelasse durante o inverno, ou que ella se gelasse, porém com muita difficuldade, muito lentamente, e na menor quantidade possivel; qual seria o meio de effeituar isto promptamente?

Quem conhecer as leis da condensaçaõ da agua, ao tempo que ella perde o calor, terá certamente respondido anticipadamente a esta pergunta: quanto a mim creio, que entre tre todas as cousas que estaõ ao capto da comprehensaõ humana, naõ ha outra que próve mais cabalmente a sabedoria do Ente Supremo, e o particular cuidado que tomou na disposiçaõ geral do Universo, para conservar a vida animal, do que esta admiravel invençaõ. Porque se a generalidade, e immutabilidade das leis universaes da Natureza infundem na nossa alma temor, e respeito pelo Creador do Universo, tambem as excepções destas leis, ou as modificações particulares, donde resultaõ effeitos evidentemente uteis, a nós e aos nossos semelhantes, próvaõ incontrastavelmente a intençaõ notavel de huma causa final, e devem excitar em nós os sentimentos mais vivos de admiraçaõ, respeito, e agradecimento.

Posto que seja muito consideravel a dilataçaõ da agua, produzida pelo calor nas temperaturas acima do calor do sangue; com tu-

do logo que se approxima ao ponto de congelaçaõ fica quasi nenhuma. He porém mais de notar, a excepçaõ que nisto se observa de huma das leis da Natureza mais universaes, e vem a ser, que chegando o frio a 8 ou 9 gráos acima do ponto de congelaçaõ (escala de Farenheit) em vez de continuar a condensar-se á proporçaõ que perde o seu calor, pelo contrario experimenta realmente huma verdadeira dilataçaõ, á medida que se faz mais fria; e esta dilataçaõ cresce á medida tambem que o frio augmenta.

Suppondo-se que a quantidade total da condensaçaõ de certa quantidade de agua fervente, quando se esfria ao ponto de congelaçaõ, está dividida em certo numero de partes iguaes, as condensações, correspondentes ás mudanças iguaes de temperatura, seraõ desiguaes nas differentes temperaturas.

No resfriamento de $22^{\circ}\frac{1}{2}$, escala de Farenheit, ou do oitavo intervallo entre o termo da agua fervente, e o da congelaçaõ, a condensaçaõ será

No

Condensaçaõ.

No resfriamento de	22° ½	
a saber de 212°	até 189° ½	— 18 —
189° ½	167°	— 16, 2
167°	144°	— 13, 8
144° ½	122°	— 11, 5
122°	99° ½	— 9, 3
99° ½	77°	— 7, 1
77°	54° ½	— 3, 9
54° ½	32°	— 0, 2

Donde se vê que a condensaçaõ da agoa, ou o augmento da sua gravidade especifica occasionado pelo resfriamento de 22° ½ (de Fahrenheit) he, pelo menos, *oitenta vezes* maior quando a agua está fervente, do que quando ella está na temperatura média da atmosphera de Inglaterra (54° ½) ou em 22° ½ distante do ponto de congelaçaõ; porque 18 : 0,2 : : 90 : 1.

Vérdade he que todos os liquidos quando se esfriaõ, saõ mui condensados, por certa mudança de temperatura, estando quentes, do que estando frios; porém estas differenças saõ quasi nenhumas, comparadas com as que se observaõ na agua.

A relaçaõ ou proporçaõ da condensaçaõ pelo resfriamento de 212° até o de 189° ½, com a condensaçaõ occasionada pelo resfria-

meu-

mento de 54° $\frac{1}{2}$ até o de 32°, nos fluidos abaixo mencionados, foi determinado por M. De Lue, na fórma seguinte.

Azeite de azeitona	como 1 $\frac{14}{100}$ para 1
Espirito de vinho fortissimo	como 1 $\frac{24}{100}$ para 1
Soluçaõ saturada de sal marinho na agua	como 1 $\frac{38}{100}$ para 1

He muito notavel a differença que ha entre as leis da condensaçaõ da agua pura, e do mesmo fluido tendo em dissoluçaõ certa quantidade de sal; porém considerando nós os effeitos que resultaõ desta differença em certas disposições geraes, que existem no nosso globo, acharemos muitos de maior admiraçaõ, e respeito.

Peço ao Leitor queira prestar-me alguma attençaõ no momento em que procuro desenvolver hum dos mais interessantes objectos, e reclamo ao mesmo tempo a sua indulgencia.

Conheço que se póde accusar de temerario o mortal, que procura advinhar quaes saõ as vistas do Ente Supremo. A impreza he ousada, mas naõ he fóra de lugar.

A admiravel simplicidade dos meios empregados pelo Creador para produzir as alternativas das estações, com as inumeraveis vantagens que dellas resultaõ aos habitantes da ter-

terra, deve já fazer huma forte e duravel impressaõ em toda a alma que naõ estiver degraduada ao ponto de naõ poder experimentar sentimentos nobres, e elevados. Porém quanto mais estendermos as nossas indagações sobre a constituiçaõ do Universo, e quanto mais examinarmos os effeitos produzidos pelas differentes modificações das potencias activas que conhecemos, tanto mais dispostos ficamos para admirar e adorar o Ente Supremo, que deo existencia a todas estas cousas.

Ainda que o Inverno e o Veraõ, a Primavera, e o Outono, e as mais variedades das estações sejaõ produzidas pelo meio mais simples, e ao mesmo tempo admiravel (a inclinaçaõ ou obliquidade do eixo da terra ao plano da ecliptica), com tudo este mecanismo particular na fabrica do Universo, naõ he bastante para produzir as mudanças graduaes de temperatura que existem nos differentes climas, e que indubitavelmente saõ necessarias para impedir a destruiçaõ, tanto da vida animal, como da vegetal.

As mudanças de temperatura parecem, de algum modo, necessarias ao crescimento da maior parte dos vegetaes; mas he preciso que estas mudanças se contenhaõ dentro de certos limites. Algumas plantas podem soffrer maiores variações de temperatura do que outras.

tras; mas o frio e o calor elevados ao ultimo gráo saõ todos igualmente noscivaos.

Os raios do sol saõ a causa immediata do calor na superficie do globo; e sendo a duraçaõ dos dias taõ differente no inverno, e veraõ, em latitudes muito altas, segue-se que para fazer habitaveis estas regiões, era preciso algum meio extraordinario, que previnisse as consequencias da grande desigualdade de calor, que o sol produz no inverno e veraõ; ou, por outros termos, alguma cousa que regulasse o gráo de calor, e moderasse os seus extremos durante ambas as estações.

Vejamos até que ponto a agua contribue para produzir este effeito, e examinaremos ao depois como influe nos resultados a lei notavel, á qual, como vimos, está a agua sugeita na sua condensaçaõ pelo frio.

A vasta extensaõ do Oceano, a sua grande profundidade, e o que mais he, as suas numerosas correntes, e a propriedade que a agua tem de absorver grande quantidade de calor a fazem perfeitamente propria para servir de regulador da temperatura da atmosphera.

Quando o sol se retira, depois do solsticio do veraõ, he seguido immediatamente por ventos frios, que chegaõ das regiões onde reina perpetuo inverno, e que se dirigem ao equa-

equador. A faculdade, que o sol possue de aquecer a superficie da terra, e a massa de ar, diminue rapidamente nas latitudes altas, quando minguaõ os dias; pelo que o calor que o sol produz, se faz demasiado fraco para conter a atmosphera densa, que chega com impeto das regiões polares, e o frio augmenta com promptidaõ.

Entretanto he huma das circunstancias, que modera os progressos rapidos da congelaçaõ. A terra, e a agua ainda mais particularmente absorvem grande quantidade de calor no decurso do veraõ, em quanto huma e outra recebem os effeitos vivificantes dos raios do sol: este calor communicado ao ar frio, que chega das regiões polares, serve para adoçar a sua temperatura, e por consequencia diminuir a impetuosidade do seu movimento, e o effeito penetrante dos ventos do Norte. Porém o ar frio, que afflue á medida que o sol se retira, absorve em pouco tempo o calor acumulado durante o veraõ, e todos os corpos fluidos e solidos se reduzem finalmente á temperatura da agua nevada. Nesta época augmenta rapidissimamente o frio da atmosphera, e augmentaria ainda mais apressadamente se naõ fosse a grande quantidade de calor que se communica ao ar pelos vapores aquosos, que saõ primeiramente condensados, e dahi

congelados na atmosphera, e que ao depois cahem sobre a terra debaixo da forma de neve: a quantidade de calor ainda mais consideravel que provém da agua dos rios, e dos lagos, e da mesma terra no acto da sua congelaçaõ impede tambem muito efficazmente a gradaçaõ demasiado rapida do frio.

Mas em paizes frigidissimos a terra se gela e cobre de neve; todos os rios e todos os lagos se gelaõ no principio do inverno; e he entaõ que o frio chega a ser extremo, parecendo que já naõ resta fonte alguma de calor, que possa moderar sensivelmente o frio.

Vejamos agora o que aconteceria se as cousas tivessem ficado abandonadas ao seu curso natural, isto he, se a condensaçaõ da agua, quando esta he privada do calor, tivesse seguido a lei a que está sugeita nos outros fluidos, ainda na mesma agua, quando esta se acha misturada com outros corpos.

Se a Providencia naõ intervisse quasi milagrosamente, toda a agua doce nas horas polares se teria gelado até grande profundidade no decurso do inverno; todas as plantas e todas as arvores se teriaõ destruido; e he mais do que provavel, que as regiões onde reina hum frio permanente se extenderiaõ ao redor dos pólos, e se avançariaõ ao depois pouco a pouco para o equador, abrangendo no triste

e

e solitario imperio do frio as partes do Mundo, que actualmente saõ as mais ferteis, e mais habitadas.

Nas latitudes onde a volta da primavera se celebra com alegria onde a terra se adorna com os seus mais bellos atavios, e onde milhões de entes viventes dirigem ao Creador hymnos de agradecimento, se naõ teria ouvido mais do que os assobios dos mais asperos ventos, se naõ teria visto mais do que neve e gelo, ou nuvens espessas carregadas de geada.

Tentemos profundar circunspectamente, e com o respeito que convem a creaturas fracas, quaes foraõ os meios, que empregou hum Deos todo Poderoso e Bom, para proteger as mais bellas partes da sua creaçaõ.

Como quer que a nutriçaõ e a vida se communiquem a todas as creaturas viventes pelo intermedio da agua (da agua *doce*, *liquida*, e *viva*), era necessario para conservar a vida animal e vegetal, que grande quantidade de agua estivesse em estado de fluidez, tanto no inverno como no veraõ.

Porém nos climas frios está a temperatura da atmosphera, por muitos mezes no anno, tanto acima do ponto de congelaçaõ, que se o Creador naõ tivesse tomado as medidas necessarias para acautelar hum accidente taõ fatal, necessariamente toda a agua se teria

mudado em neve, o que infalivelmente aconteceria á destruiçaõ de todos os seus viventes.

Foi por tanto necessario empregar meios extraordinarios para conservar em estado de fluidez, nestes climas asperos, a agua que taõ necessaria he á sustentaçaõ da vida animal e vegetal; e isto só poderia fazer-se impedindo que a agua perdesse inteiramente o seu calor communicando-o á atmosphera fria.

Parece-me que tenho provado cabalmente, que os liquidos se naõ despojaõ do seu calor senaõ em consequencia dos movimentos interiores que padecem; e que quanto mais rápidos saõ estes movimentos, tanto mais accelerada he a communicaçaõ do calor. Fica igualmente demonstrado que estes movimentos saõ produzidos pelas mudanças na gravidade especifica do liquido, occasionadas pela mudança de temperatura; e que por consequencia estes movimentos saõ mais rápidos quando a gravidade especifica do liquido soffre alguma mudança consideravel por grande variaçaõ de temperatura. Vimos mais que a mudança na gravidade especifica da agua he muito pouco consideravel quando tem lugar em huma parte da escala thermometrica situada *abaixo da temperatura média da atmosphera*, e particularmente quando a temperatura da agua es-

ta

tá proxima ao ponto de congelaçaõ ; donde parece que a agua naõ perde, senaõ muito lentamente, o seu calor, quando se approxima ao ponto em que se ha de gelar.

Ha outra circunstancia mais extraordinaria, e mais admiravel pelos effeitos, e por consequencia digna de ser observada. Quando a agua se esfria até 8 ou 9 gráos de Farenheit, distantes do ponto de congelaçaõ, naõ sómente ella cessa de se condensar dahi por diante, mas á medida que o seu calor começa a dilatar-se, e esta dilataçaõ augmenta durante o resfriamento, em quanto a agua conserva a sua fluidez; quando a agua chega a ficar reduzida a neve, a dilataçaõ naõ cessa, e a neve aboya sobre a porçaõ naõ congelada do fluido.

Vejamos agora como esta propriedede singular da agua retarda o esfriamento deste liquido quando ella está exposta a huma atmosphera frigidissima.

Bem sabido he, que naõ póde haver communicaçaõ alguma de calor entre dous corpos, em quanto elles se achaõ na mesma temperatura; sabe-se tambem, que a tendencia que o calor tem para passar de hum corpo quente para outro mais frio do que elle, e com que está em contacto, he tanto maior, quanto maior he a differença da temperatura entre estes dous corpos.

Supponhamos que certa massa de ar muito frio descança sobre a superficie tranquilla de hum lago de agua doce, da temperatura de 55 gr. (de Farenheit) e que as particulas de agua que estaõ á superficie, daõ huma parte do seu calor ao ar frio com que estaõ em contacto, neste caso se por effeito desta perca do calor ficassem estas particulas especificamente mais pezadas, do que as particulas quentes, sobre que ellas descançaõ, deveriaõ essas particulas mais frias por consequencia descer; as particulas que se tivessem esfriado deveriaõ ao descer impellir para a superficie as particulas mais quentes; estas desceriaõ tambem quando lhe chegasse a sua vez, e toda a massa de agua ficaria em movimento, o qual se continuaria em quanto durasse o resfriamento.

Antes de desenvolver o progresso desta operaçaõ nos seus differentes periodos, será preciso remover huma objecçaõ, que prevejo se poderia fazer intentando eu explicar a causa deste phenomeno. Como quer que eu supuzesse que a massa de ar em contacto com a agua estava muito fria, e que eu olhasse como hum facto demonstrado que naõ havia nenhuma especie de communicaçaõ de calor entre as particulas da agua em contacto com este ar frio, e as particulas de agua mais quentes

tes que lhes ficaõ adjacentes, poder-se-hia perguntar: Como he possivel que estas particulas estando na superficie se naõ esfriem immediatamente tanto quanto he bastante para se tornarem neve? Respondo a esta objecçaõ, que ha duas causas concorrentes para que a agua se naõ transforme subitamente em neve na sua superficie. A primeira he, que a gravidade especifica da particula de agua, na superficie, augmenta no mesmo instante em que ella perde o seu calor, e começa a descer assim que principia a esfriar-se; por tanto subtrahe-se ao ar antes que este tenha tido tempo de lhe tirar todo o seu calor. A segunda, que sendo o ar hum máo conductor do calor naõ póde receber o calor e transmittilo com tanta rapidez, que possa esfriar a superficie da agua com a promptidaõ necessaria para impedir os movimentos das particulas deste liquido no acto do seu resfriamento.

Porém voltando aos lagos de que fallava, logo que a agua no seu esfriamento chega á temperatura de 40 gr., como he nesta temperatura que ella deixa de condensar-se, os seus movimentos internos cessaõ ao mesmo tempo, e as particulas que se acharem na superficie, devem ficar paradas nesse lugar; e depois de se terem esfriado até ao ponto de congelaçaõ, se destituem do seu calor latente, e principia a formar-se a neve.

Logo que a superficie da agua fica coberta de neve, se faz extremamente lenta, e difficil a communicaçaõ do calor da agua para a atmosphera; porque a neve além de ser hum máo conductor do calor, fórma certa cobertura quente a agua, que impede a esta ser agitada pelo vento. De mais, como a temperatura da neve na sua superficie inferior he, com pouca differença, a masma da em que se achaõ as particulas de agua liquida, com que está em contacto (pois as particulas mais quentes deste fluido, em consequencia da sua gravidade especifica, tendem sempre a descer) a communicaçaõ do calor entre a agua, e a neve, he por esta razaõ necessariamente muito lenta.

Estando a superficie do gelo coberta de neve (o que acontece ordinariamente pouco depois de formado o gelo) se offerece ainda hum novo e poderoso obstaculo que impede que o calor naõ deixe a agua; e ainda no caso de que reinasse na atmosphera o mais vivo frio, sempre seria muito lento o augmento da grossura do gelo em razaõ desta circunstancia particular.

Durante este tempo toda a massa de agua que naõ está gelada, naõ perde *parte alguma do seu calor*; pelo contrario o recebe do fundo da terra. Este calor accumulado ao chaõ no tem-

tempo de veraõ serve naõ sómente para substituir de alguma maneira o que se communica á atmosphera atravéz do gelo, e a impedir que este calor seja fornecido pelo calor latente da agua que está em contacto com a sua superficie; mas tambem quando a temperatura do ar naõ está muito acima do ponto de congelaçaõ, este supplemento de calor que a agua recebé, he certamente bastante para substituir aquelle que o ar abstrahe, e por tanto naõ augmenta a grossura do gelo.

Sempre que a temperatura do ar naõ for effectivamente mais fria do que o ponto de congelaçaõ, o calor que se eleva do fundo do lago se empregará inteiramente a derreter o gelo na sua superficie inferior, e a diminuir a sua grossura.

Com tudo acontecerá frequentes vezes, quando o gelo he muito espesso, e especialmente quando a sua superficie está coberta com grande quantidade de neve, que a fusaõ do gelo na sua superficie interior terá lugar ainda no caso de que a temperatura da atmosphera esteja muito acima do ponto de congelaçaõ.

Como quer que as particulas de agua recebaõ calor do fundo do lago, ellas adquirem huma temperatura mais alta que 15 gr. e por consequencia certa dilataçaõ que as faz es-

pecificamente mais leves: por effeito deste calor addicional se elevaõ ellas para a superficie da agua fluida, e communicaõ o seu calor sensivel á superficie inferior do gelo sem voltar já mais ao fundo: esta communicaçaõ do calor, que emana da terra, produz pouco movimento na massa de agua, e he esta circunstancia sem duvida muito favoravel para a conservaçaõ do calor no liquido.

Quando reinaõ ventos fortes, e que a superficie da agua está muito agitada naõ se póde formar gelo, ainda no caso de que toda a massa d'agua fosse elevada, por effeito do frio continuo, ao ponto de que cessassem os seus movimentos interiores, e que ella estivesse disposta a gelar-se; porque ainda que as particulas da superficie, e as que estaõ junto da superficie, naõ tenhaõ alguma tendencia a descer por effeito de algum resfriamento ulterior, com tudo tendo ellas taõ grande quantidade de calor sensivel (8 ou 10 gráos) de que ellas podem dispor, depois que a sua condensaçaõ cessou por effeito do frio, e como a agitaçaõ que o vento mantém na agua naõ permitte que nenhuma das particulas do liquido fique em contacto com o ar tempo bastante para perder de hum golpe todo o seu calor, ha na superficie huma successaõ continua de particulas novas, as quaes todas commu-

municaõ calor ao ar; mas nenhuma dellas tem tempo de se esfriar quanto he bastante para se dispor a formar gelo. A agua perde deste modo grande quantidade de calor; e logo que o vento cessa, se o frio continua, o gelo se fórma promptamente.

Porém naõ he sómente a agitaçaõ da agua que faz mui rápida a communicaçaõ do calor, a agitaçaõ do vento tende tambem a produzir o mesmo effeito.

Na volta da primavera, ao tempo em que o gelo se derrete pela approximaçaõ do sol, pois entaõ os seus raios a ferem mais directamente, todo o calor que a terra exhala se emprega em fundir a superficie interior do gelo, entretanto que o sol por outra parte obra mais energicamente produzindo semelhantes effeitos.

Posto que o gelo seja transparente, com tudo naõ o he inteiramente: e como a luz, que he interceptada ao intentar passar por meio da neve naõ póde deixar de produzir calor no lugar onde fica demorada, naõ he logo para admirar que se veja derreter-se ã neve quando está exposta aos raios do sol, ainda quando a temperatura do ar, á sombra, esteja muito abaixo do ponto de congelaçaõ. A neve exposta ao sol se derrete muito antes que a superficie polida do gelo seja atacada

pelos raios solares; e naõ he senaõ muito ao depois que as montanhas se descobrem, que a neve dos lagos e dos rios se começa a desgelar.

Os raios que penetraõ huma camada de gelo soffrem frequentes reflexões e inflexões até penetrar a certa profundidade; e o calor fica depositado em hum lugar onde naõ está exposto a ser absorvido pelo ar frio da atmosphera porém os raios que tocaõ a superficie polida do gelo saõ, pela maior parte, reflectidos para a atmosphera; e se alguns delles se demoraõ na superficie do gelo o calor que elles produzem he logo absorvido pelo ar frio, e assim que alguma particula se derrete torma logo a adquirir a consistencia de neve.

Vemos por tanto, que a neve que nos paizes frios, cobre o gelo formado na superficie da agua doce, impede naõ sómente que o calor da agua lhe seja tirado pelo ar durante o inverno, mas até contribue mais effectivamente para fazer derreter o gelo na primavera.

Examinemos agora quaes teriaõ sido as consequencias da condensaçaõ da agua pelo frio, se ella tivesse seguido a lei estabelecida na condensaçaõ dos outros fluidos.

Como quer que os movimentos interiores da agua naõ deixassem de continuar por tanto tempo, quanto durasse o augmento da sua gra-

gravidade especifica pelo resfriamentó do liquido naõ poderia formar-se gelo senaõ depois que toda a massa estivesse reduzida á temperatura de 32 gr. (Farenheit).

Para se conhecer a enorme quantidade de calor que se teria perdido nas aguas profundas, em consequencia deste esfriamento de toda a massa do liquido, naõ ha mais do que calcular quanto gelo poderia derreter este calor, ou quanta agua poderia elevar desde o termo da neve até o da agua fervente.

Sabe-se, pela experiencia, que para se derreter certa quantidade de neve he preciso tanto calor, quanto perde huma igual quantidade de agua fluida para se esfriar até 140 gr.; consequentemente a quantidade de gelo, que se poderia ter derretido pelo calor emanado de huma dada quantidade de agua no acto de esfriar-se até certo numero de gráos, está para a dada quantidade de agua, como o numero de gráos que ella se esfriou está para 140 gr.

Donde se segue que quando a temperatura da agua está em 8 gr. acima do termo da neve, ella perde tanto calor para chegar a esta temperatura quanto seria necessario para derreter $\frac{8}{140}$ ou os $\frac{2}{35}$ do seu pezo de gelo; por consequencia a agua que se esfria desde a temperatura de 40 gr. até á de 32 gr., se el-

ella tem 35 pés de profundidade, perderá, durante este resfriamento, huma quantidade de calor, que será bastante para derreter huma camada de gelo de dous pés de grossura.

Mas isto ainda naõ he tudo; porque, como as particulas de agua, esfriadas na superficie, teriaõ descido para o fundo da agua em consequencia do augmento da sua gravidade especifica, a maior parte do calor accumulado, durante o veraõ, na terra sobre que descança a agua, lhe teria sido tirada e se perderia antes que a agua começasse a gelar-se; e quando a neve estivesse formada, a sua grossura augmentaria com muita rapidez, e teria continuado a augmentar-se durante todo o inverno; até parece provavel, que nos climas que actualmente saõ temperados a agua dos grandes lagos se teria gelado, no decurso de invernos rigorosos, e gelado em tal profundidade que o calor do veraõ seguinte naõ seria bastante para derreter huma semelhante massa; acontecendo isto huma vez, o inverno seguinte naõ deixaria de mudar toda a massa das aguas em hum corpo solido de gelo, que nunca mais recobraria a sua forma liquida, e que ficaria immudavelmente neste estado até ao fim do Mundo.

M. De Saussure achou que no mez de Fevereiro depois de huma geada, que durou hum mez,

mez, sendo a temperatura 38 gr., a do lago de Genebra, era na superficie de 41 gr., e a 1000 pés de profundidade de 40 gr. Se a geada continuasse hinda algum tempo, ter-se-hia formado gelo; porém se a constituiçaõ da agua fosse tal, que toda a massa do fluido contido no lago se tivesse esfriado até á temperatura de 32 gr. antes que o gelo se tivesse formado, este acontecimento naõ teria lugar senaõ no caso de que a agua tivesse perdido a quantidade de calor sufficiente para derreter gelo de 57 pés de grossura.

Esta quantidade de calor teria sido bastante para aquecer ao gráo da agua fervente, a quantidade de agua de neve taõ extensa, como o mesmo lago, e de 49 pés de profundidade.

Nunca póde ser admirada a simplicidade do meio que conserva todo este calor: esta invençaõ merece ser comparada áquella que produz as mudanças das estações; e creio que todo o observador de boa fé, que principiar despojando-se de todos os prejuisos convirá comigo, que se deve attribuir á causa do mesmo author.

Quando se consideraõ mais pelo mundo os admiraveis effeitos produzidos sobre a terra pela acçaõ desta lei simplicissima, que segue a condensaçaõ da agua, destituindo-se do

seu

seu calor, se he obrigado a admirar cada vez mais a utilidade desta lei, e a sabedoria do seu author.

Para que as regiões situadas em latitudes altas fossem habitaveis, era necessario que os vegetaes estivessem ao abrigo das grandes geadas, que acompanhaõ os lagos e crueis invernos; mas se he verdade que os liquidos aquosos se naõ privaõ do seu calor senaõ em consequencia dos seus movimentos interiores, e se estes movimentos só podem acontecer em virtude da mudança que produz na gravidade especifica das particulas do liquido o calor, que ellas recebem, ou que ellas perdem, quem naõ percebe que a diminuiçaõ repentina, e por fim a cessaçaõ total da condensaçaõ da agua pelo resfriamento, quando a temperatura se approxima ao ponto da neve, he o mais efficaz preservativo da seiva contra a congelaçaõ?

Porém se he necessario á sustentaçaõ da vida e da vegetaçaõ, que a terra, os raios, os lagos, e as arvores sejaõ preservadas da aspereza dos ventos do pólo, he natural perguntar como he possivel aquecer este diluvio de ar frio? Respondo que he *pelas aguas do Oceano*; e que ha razaõ para suppor que ellas foraõ dispostaõ para este fim.

A agua do mar contém grande quantida-

de

de de sal em dissoluçaõ, e temos já visto que a condensaçaõ de qualquer soluçaõ salina segue, no seu resfriamento, huma lei differentissima da que se observa na agua doce: he esta lei, como se póde mostrar, particularmente propria para que a agua possa communicar o seu calor aos ventos frios que passaõ pela sua superficie.

Como a agua do mar continua a condensar-se á medida que se esfria, ainda mesmo ao depois de passar o ponto em que a agua doce passa ao estado de gelo, as particulas que estaõ á superficie, em lugar de ficarem na posiçaõ que tinhaõ, depois que a massa de agua se esfria até perto de 40 gr., e de impedir por consequencia, que as particulas inferiores cheguem pela sua vez a communicar o seu calor ao ar frio (o que acontece na agua fria sempre que ella chega a este termo) estas particulas de agua salgada esfriando descem assim que tem perdido o seu calor, e, no seu movimento, ellas obrigaõ a sobir as outras particulas até á superficie; e em consequencia da continua successaõ de particulas, que ha na superficie, se communica ao ar grande quantidade de calor, e até se communica infinitamente mais do que huma igual quantidade de agua doce na mesma tempera-

tura poderia dar, como se póde conhecer pelo calculo seguinte.

Sem metter em linha de conta a grande vantagem que tem a agua do mar sobre a agua doce, considerando-a como hum regulador da temperatura atmospherica, vantagem esta que depende da differença respectiva dos termos de congelaçaõ dos dous liquidos, e ainda suppondo que a agua do mar se gela em temperatura taõ alta como a agua doce, isto he 32 gr., e suppondo mais (o que na realidade he) que se a agua do mar, ou a agua doce, se gela na superficie, e que o gelo está coberto de neve a communicaçaõ do calor da agua para a atmosphera cessa quasi inteiramente, tentaremos de determinar o excesso de calor, que nesta supposiçaõ se teria communicado ao ar pela agua do mar, mais do que pela agua doce, tendo huma e outra chegado á temperatura de 40 gr.

Quando a agua doce chega a esta temperatura, cessa de condensar-se pelo frio, e os seus movimentos interiores, que, como temos observado, saõ unicamente occasionados pelas mudanças que soffre a gravidade especifica das suas particulas, cessaõ realmente, e principia a formar-se gelo na superficie; mas como a condensaçaõ da agua salgada continua

á

á medida que o seu calor diminue, continuaõ igualmente os seus movimentos interiores; e he evidentemente impossivel, que se forme gelo na sua superficie menos que toda a massa de agua naõ chegue ao ponto de congelaçaõ, isto he, que naõ esteja na temperatura de 32 gr. Logo esta agua deveria ter dado huma quantidade de calor 8 gr. (Farenheit) pelo menos, maior do que daria a agua doce, antes que se pudesse formar gelo na sua superficie.

Para se fazer idéa desta enorme quantidade de calor, naõ he preciso mais do que lembrar o que já fica dito, e se poderá concluir que ella he bastante para derreter huma camada de gelo cuja grossura fosse igual a $\frac{2}{16}$ avos da profundidade do mar. Por consequencia seria bastante, na parte do mar austral, que fica na latitude de 67 gr. onde o Lord Mulgrave fez deitar a sonda até á profundidade de 4680 pés, para derreter huma camada de gelo de 265 pés de grosso.

Porém o calor que sahisse do mar no acto da formaçaõ de cada pé quadrado de gelo seria bastante para elevar 28 gr. á temperatura da camada de ar que estivesse situada immediatamente acima do mesmo gelo, e que fosse 2220 vezes mais espessa do que o gelo (ou neste caso, 265 × 2220 pés, que he o mesmo

que 869 milhas inglezas de grossura); por outros termos, este calor seria bastante para elevar a agua desde o termo da congelaçaõ até á temperatura de 50 gr. (Thermometro de Farenheit) que he a temperatura média das partes septentrionaes da Alemanha.

O calor communicado ao ar por cada pé quadrado de agua he bastante, pelo resfriamento de hum gráo, para aquecer 10 gr. huma camada de ar em contacto com ella, e 44 vezes mais alta do que a agua tem de profundidade: donde se póde concluir quanto a agua do Oceano, que nunca gela, excepto em latitudes muito altas, deve contribuir para aquecer o ar frio que vem das regiões polares.

Naõ he porém o Oceano mais util para moderar o frio extremo das regiões polares do que he para temperar os calores excessivos da zona torrida; e he muito notavel, que a propriedade que tem a agua do mar de preencher este importante fim, he devida á mesma causa que a faz particularmente propria para dar calor em latitudes altas; esta causa vem a ser *o sal que ella tem em dissoluçaõ.*

Como a condensaçaõ da agua salgada por meio do frio continua por muito tempo depois de se haver resfriado até á temperatura que faria gelar a agua doce, as particulas da superficie que se esfriaõ pelo seu contacto im-

me-

mediato com os ventos frios, devem descer e tomar o seu lugar no fundo do mar, onde fiquem até que tenhaõ adquirido nova quantidade de calor, e se lhe tenha por consequencia diminuido a gravidade especifica; mas ellas *nunca podem adquirir de novo este calor nas regiões polares*; porque numerosas experiencias tem provado indubitavelmente, que naõ ha *principio algum de calor nas partes interiores do gelo*, que atravessando o Oceano, possaõ elevar a temperatura da agua que elle contém.

Tem-se achado que a temperatura da terra em grande profundidade he differente em differentes latitudes, e ninguem duvida que a temperatura no fundo do mar naõ siga a mesma lei, salvas as modificações que as correntes, que o dirigem em differentes direcções, podem occasionar: logo isto próva evidentemente que a permanencia de temperatura tanto no inverno, como no veraõ, em grandes profundidades, he devida á acçaõ do sol, e naõ ao effeito de hum fogo central, como tem affirmado alguns phisicos sem maior reflexaõ.

Porém se a agua do Oceano, que desce ao fundo do mar, sendo privada de grande parte do seu calor pelos ventos frios naõ póde ser aquecida *no lugar para onde desce*,

co-

como a sua gravidade especifica he maior do que a da agua que está na mesma profundidade em latitudes mais temperadas, deve immediatamente espalhar-se no fundo do mar e correr para o equador; o que necessariamente deve produzir outra corrente na superficie em direcçaõ opposta: e temos provas convincentes da existencia destas duas correntes.

He sem duvida bastante haver provas da existencia de huma das correntes para nos certificarmos da existencia da outra; porque, segundo as leis da Hydraulica, ha entre estas duas correntes dependencia mutua e necessaria; mas além disto temos outras directas que asseguraõ este facto.

A corrente a que os Inglezes chamaõ *gulph stream*, que he a corrente do golpho do mar Atlantico, naõ he mais do que huma destas correntes que existe na superficie, e se dirige do equador para o pólo arctico: he ella modificada pelos ventos geraes, ou periodicos, e pela fórma do continente da America septentrional. A direcçaõ da corrente inferior está provada pelo frio que existe no fundo do mar em latitudes muito proximas ao equador, gráo de temperatura, que he muito inferior á temperatura média da terra nas latitudes em que ella se observou, e que por consequencia vem de latitudes mais vizinhas ao pólo.

A

A temperatura média annual, na latitude de 67 gr., foi determinada por M. Kirwan no seu excellente tratado sobre a temperatura das differentes temperaturas, que a estabelece em 39 gr.; porém o Lord Mulgrave achou a 20 de Julho, estando a temperatura do ar em 48 gr. e meio, que a temperatura do mar, na profundidade de 4680 pés, estava 6 gr. abaixo do ponto de neve, isto he a 26 gr. (Far.). A 30 de Agosto na latitude de 69 gr., onde a temperatura do mar, na profundidade de 4038 pés, em 32 gr.; a temperatura da atmosphera (provavelmente a da agua na superficie do mar) estava ao mesmo tempo em 59 gr. e meio.

Mais cabal próva he, e talvez sem réplica, para mostrar a existencia destas correntes de agua fria no fundo do mar vindas do pólo para o equador, a differença notavel que se tem achado existir entre a temperatura do mar á superficie, e a temperatura do mesmo mesmo mar em grande profundidade, debaixo do trópico; posto que a temperatura da atmosphera debaixo desta latitude seja taõ constante, que as maiores mudanças que as estações podem nella produzir naõ se elevaõ a mais de 5 ou 6 gráos. Acha-se porém que a differença entre o calor da agua na superficie do mar, e a que existe a 3600 pés de profundidade nunca he menos de 31 gr., sendo a tem-

pe-

peratura da superficie de 84 gr. e a do fundo do mar de 53 gr. (1).

Parece-me difficilimo, para naõ dizer impossivel, explicar este gráo de frio do fundo do mar da zona torrida sem suppor que ha correntes frias que vem dos pólos: a utilidade destas correntes para temperar o excessivo calor destes climas naõ precisa demonstraçaõ.

Saõ estas correntes, como já observei, produzidas pela differença do pezo especifico da agua do mar nas differentes temperaturas: logo as suas velocidades devem estar na proporçaõ das mudanças produzidas na gravidade especifica por huma mudança de temperatura determinada: donde se vê que a sua rapidez deve ser muito maior na agua salgada do que seria se o Oceano fosse composto de agua doce.

Digno he de notar que seja doce a agua de quasi todos os grandes lagos; e quasi doce a dos mares mediterraneos dos paizes frios, taes como o Baltico; ainda que estes mares communicaõ com o Oceano por diversos canaes estreitos. Deve-se conjecturar que foi isto assim arranjado sem designio certo, considerando as fataes consequencias que haveria se a agua dos grandes lagos, situados muito

(1) Vejaõ-se as Transacções Philosophicas anno 1752.

to adiante nas terras dos climas frios; taes, por exemplo, como o lago superior da America septentrional, fosse taõ salgada, como a agua do mar.

Ainda que os ventos frios, que passaõ pela superficie do lago no principio do inverno, fossem mais quentes, e que a temperatura do ar nas margens oppostas áquella donde vem o vento fosse mais branda, do qué ordinariamente he, com tudo, como a agua do lago forneceria immensa quantidade de calor antes que na superficie se fornecesse hum envoltorio ou crosta de neve capaz de a obrigar, a atmosphera na volta da primavera seria extremamente fria, precisar-se-hia tambem muito tempo para que a influencia do sol fizesse recobrar á agua a enorme quantidade de calor que teria perdido durante o inverno: a agua ficaria provavelmente muito fria durante a primavera, e grande parte do veraõ; e isto naõ podia deixar de fazer esfriar a atmosphera, e de obstar os progressos da vegetaçaõ nos paizes adjacentes, até a grandes distancias. Assim posto que hum grande lago de agua salgada situado em paiz frio contribuisse para fazer o inverno mais suave, no lado opposto á parte donde vem o vento, esta vantagem se extenderia á pequena porçaõ de terreno, e já mais seria de grande importancia, em com-

paraçaõ das perniciosas consequencias; que produziria taõ grande massa d'agua fria.

No maior rigor do inverno, e quando a terra está coberta de neve, e gelados os rios e lagos, e particularmente quando a terra e o gelo estaõ abrigados pelo seu vestido de inverno, que he a neve, entaõ a differença de alguns gráos de frio mais na temperatura do ar naõ podem produzir effeito algum pernicioso. Esta differença póde obrigar aos habitantes a tomar novas precauções para proteger os seus rebanhos e provimentos dos rigores do tempo; porém o frio do inverno naõ póde ter senaõ muito pouca influencia na temperatura do veraõ seguinte; e he provavel que a ter alguma, ella tende antes a fazer o veraõ mais quente. Os lagos de agua salgada nos paizes frios naõ seriaõ de alguma utilidade durante o inverno, e naõ deixariaõ de ser nocivos durante o veraõ; ao mesmo tempo que os lagos de agua doce, que estaõ quasi sempre cobertos de gelo desde que o inverno começa, e muito tempo antes que toda a massa de agua se esfrie até á temperatura do gelo, conservaõ grande parte do seu calor durante o inverno; e se naõ prestaõ alguma utilidade nesta estaçaõ triste, tambem naõ fazem mal algum no veraõ, ou se o fazem, he muito pouco.

Em

Em attençaõ aos meus leitores naõ estenderei os meus raciocinios, e conjecturas. Se me entreguei demasiado ao prazer de tratar esta materia, foi porque a considerei como infinitamente interessante; e assentei que estas considerações poderiaõ ter alguma utilidade neste seculo *apurado e soeptico*. Se o temor de hum Deos, e a practica dos deveres religiosos tendem a adoçar os costumes, e o caracter das Nações barbaras, e ainda a preparar a alma para os licitos prazeres que resultaõ da paz, da ordem, da industria, e das relações sociaes, á *convicçaõ da existencia de huma Intelligencia Suprema*, que governa o Universo com sabedoria e bondade, naõ he menos necessaria á felicidade daquelles que cultivando as suas faculdades intellectuaes *aprenderaõ ou conheceraõ quanto ignoraõ ainda.*

EXPLICAÇAÕ DAS ESTAMPAS.

Estampa I.

Esta Estampa representa o thermometro cylindrico, chamado de passagem, que servio nas experiencias para determinar a potencia conductora dos liquidos, relativamente ao calor.

Fig. 1. *a, b,* Secçaõ do tubo de cobre em que está posto o thermometro *c* com hum reservatorio oblongo de cobre.

e, f, Tubo de vidro do thermometro, que por naõ haver lugar bastante na Estampa, se representou como quebrado no ponto *f*.

g, He hnma rolha de cortiça, que fecha a extremidade do tubo de cobre *a, b, e h* he hum disco circular de cortiça: o espaço entre o tubo de cobre acima do disco *h*, o qual cerca o globo do thermometro, era occupado pelo liquido cuja potencia conductora se queria determinar: o espaço entre o disco e a rolha *g*, estava cheio de cotaõ.

Entre o lado interno do tubo de cobre, e a parte inferior do globo do thermometro se descobrem as pontas de madeira, que servem para sustentar o thermometro em seu lugar.

Fig.

Fig. 2. Secçaõ horisontal do tubo de cobre, e vista do thermometro posto em seu lugar, olhando-se pela parte superior.

Estampa II.

Fig. 3. Esta figura indica o modo, porque se dispõe o apparato para se derreter hum pedaço de gelo, que está dentro de huma redoma de vidro muito alta, deitando-se-lhe agua quente por cima.

a, He o vaso cheio de agua e neve, feita em pedaços, dentro de que se mette a redoma de vidro *b*.

c, *d*, Nivel da superficie superior do gelo na redoma.

e, *f*. Nivel da superficie da agua derramada na redoma sobre a superficie do gelo.

EN.

ENSAYO VII.

SEGUNDA PARTE

SOBRE O MODO PORQUE O CALOR SE PROPAGA NOS FLUIDOS.

CAPITULO IV.

Exposiçaõ de varias experiencias novas: notas e observaçoes sobre as mesmas: diversas conjecturas sobre as affinidades e soluçaõ, e sobre o principio mechanico da vida animal.

O Professor Pictet publicou em Genebra hum resumo da primeira ediçaõ deste Ensayo, e lhe addicionou a passagem que vou a referir, tirada de certa carta minha, cuja data era de 9 de Julho de 1797, a qual carta se dirigia a responder a outra do Professor em que elle me participava a recepçaõ da cópia do manuscripto deste Ensayo, que eu lhe havia remettido: Eis-aqui a passagem.

» Mui-

» Muito me admiraria se o meu Ensayo
» vos naõ tivesse interessado; porque jámais
» gosei prazer algum real, do que o fazer as
» experiencias, cuja relaçaõ vos apresento
» nesta obra. Talvez estranheis o dizer-vos eu
» que supprimi hum capitulo inteiro de con-
» jecturas interessentes para deixar o campo
» livre aos qúe se tentarem a fazer experien-
» cias curiosas sobre esta materia, e para dar
» mais effeito á reflexaõ que termina este En-
» sayo; reflexaõ que supponho a mais impor-
» tante de todas as qúe até aqui tenho pu-
» blicado. »

Como quer que esta passagem pudesse ser interpretada de differentes modos, pois era o extracto de hum escripto que naõ foi destinado para ser publicado, assentei que estava obrigado naõ sómente a explicar a passagem, mas até de fazer conhecer ao Publico até qúe ponto levei as minhas indagaçõe sobre esta materia. He este hum acto de justiça a respeito daquelles que pódem seguir a mesma carreira, porque naõ seria generoso da minha parte o *affirmar simplesmente de hum modo vago, que fiz descobertas importantes, que naõ devia publicar*, deixando subsistir duvidas sobre a authenticidade destas descobertas: em vez de excitar esfriaria eu por este modo a emulaçaõ das pessoas que intentas-

sem

sem seguir a mesma carreira que eu segui: aventurando estas proposições deixaria lugar para me aproveitar dos trabalhos de outrem, e por consequencia não posso estar tranquilo em quanto naõ provê quaõ longe estou de ter semelhantes vistas.

Quando o meu digno amigo, o Professor Pictet, publicou este extracto de huma carta particular naõ podia suspeitar, que eu tivesse taes intenções; mas quem naõ me conhecer particularmente, naõ acreditará no meu desinteresse e na minha franqueza sem que delles lhe dê provas sufficientes.

Quanto á asserçaõ que a minha carta encerra, pela qual se vê que eu tinha supprimido hum capitulo inteiro de conjecturas muito interessantes, com o fim unico de deixar o campo livre a quem quizesse fazer experiencias sobre a propagaçaõ do calor nos fluidos: isto he rigorosamente verdade, como se ficará convencido pelo decurso deste Ensayo, que vou a apresentar ao Publico; e estou persuadido que as pessoas que quizerem examinar com attençaõ as razões que me obrigáraõ a obrar assim, acharáõ os motivos porque obrei muito dignos da sua approvaçaõ.

Tendo aberto, como eu suppunha, huma scena nova, e summamente agradavel aos que se dilataõ com as indagações philosophicas,

te-

temi que avãnçando-me demasiado fizesse com que outras pessoas em vez de descobrir novos caminhos, se contentassem com seguir o que eu tinha já trilhado; e que, por consequencia, ficasse desconhecida a maior e mais interessante parte do vasto campo de descobertas que se nos offerecia. E quanto a reputaçaõ que podia adquirir pela propriedade de algumas descobertas interessantes, posto que me alegrára, e experimentára certa sensaçaõ de triumpho quando vi o progresso dos conhecimentos humanos, e posto que sinta ainda certo prazer delicioso, contemplando as vantagens, que resultaõ ao genero humano da adopçaõ de invenções ou descobertas uteis, entretanto confesso francamente que naõ supponho grande importancia na vantagem que tive em ser o primeiro que descobrisse thesouros que a natureza escondeo taõ pouco.

Pelo que diz respeito á reflexaõ que termina a primeira Ediçaõ Ingleza deste Ensayo, ainda que ella provocasse o riso mofador de algumas pessoas, e fizesse carregar as sobrancelhas a outras, naõ temo confessar, que considero o objecto a que ella se refere, como ponto de primeira importancia, para a tranquilidade, ordem e felicidade para o genero humano, no actual estado de civilizaçaõ.

Mas para terminar esta digressaõ direi, que supposto me parecesse que o importante facto, que emprehendi examinar, relativamente ao modo por que o calor se propaga nos fluidos, estava plenamente demonstrado pelas experiencias que narrei nos capitulos precedentes deste Ensayo; com tudo sendo o exame desta materia objecto de grande importancia, em muitos sentidos, naõ se deviaõ limitar as minhas pesquizas somente ao que tinha publicado; e por isso fiz ao depois grande numero de experiencias, com o fim de disseminar mais luzes sobre a materia, e de pôr aos amantes das Sciencias em estado de conceber idéas claras, e distinctas das operações mecanicas que tem lugar nos fluidos quando se propaga o calor.

Tive frequentemente occasiaõ de observar que passando a agua de huma das minhas redomas a gelo, se a jarra se mettia na mistura *frigorifica*, quando a neve se principiava a formar junto ás paredes do vaso, á medida que a sua grossura augmentava, aquella parte da agua que conservava por ultimo a sua fluidez até o fim da operaçaõ, ficando opprimida pela dilataçaõ da neve, era sempre impellida para cima no fim do processo; e formava huma elevaçaõ no meio da superficie do gelo e em fórma de tumor, que algumas ve-

Fig. 1.

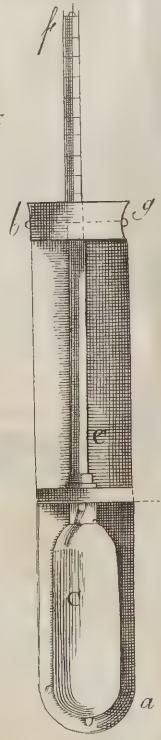


Fig. 2.

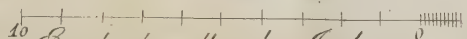
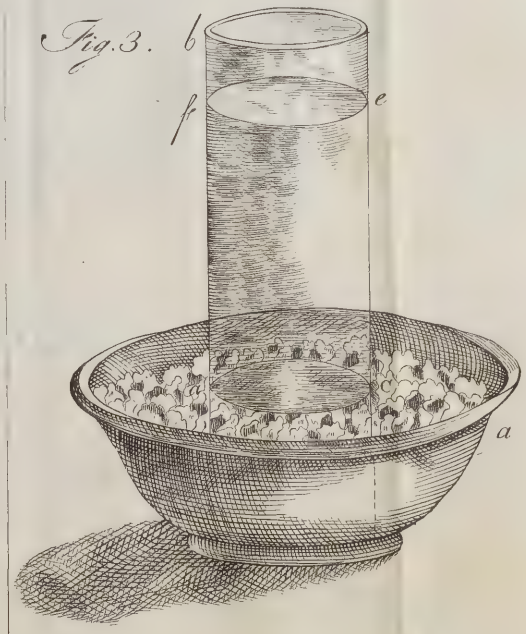


Fig. 3.



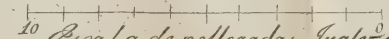


Fig.do esc. no Arco do Cego. Septimo Ensaio.

A.J.C.B

vezes chegava a ter meia pollegada de altura. Esta circunstancia me induzio a fazer as seguintes experiencias, que me parecem decisivas.

Experiencia N. 55.

No fundo de huma grande jarra de vidro de figura cylindrica, cujo diametro era de $\frac{1}{4}$ de pollegada, havia hum pedaço de neve bem gelada de tres pollegadas de grossura, e que tinha no centro pela parte de cima certa protuberancia com a elevaçaõ de meia pollegada. Mettida esta jarra em outro vaso de barro, e cercada de neve espedaçada e agua que montava até a altura de huma pollegada acima da superficie superior da neve, foi todo este apparato posto sobre certa meza junto á janella de huma camara, onde a temperatura do ar estava em 31 gr. (Thermometro de Farenheit): entaõ se lançou na jarra azeite doce bem puro, e resfriado até á temperatura de 31 gr., em tanta quantidade quanta bastou para formar huma capa por cima da neve de tres pollegadas de grossura.

Havia já preparado d'antemaõ certo cylindro de folha de ferro, cujo diametro era de $\frac{3}{4}$ de pollegada, e o comprimento de doze, tendo hum pequeno gancho em huma das extremidades, pelo qual podia ficar suspendido

em posiçaõ vertical: este cylindro estava de mais coberto com certo involtorio, tambem cylindrico, feito de papel grosso, aberto em ambas as extremidades, e $\frac{1}{10}$ de pollegada mais avantajado que o cylindro de ferro, a quem servia de capa sómente para lhe conservar o calor. Foi o cylindro de ferro mettido em agua fervente até que se aqueceo á temperatura de 210 gr.; e immediatamente depois mettido na sua capa, e suspendido por hum fio de arame que se achava prezo ao forro do tecto da casa, em tal maneira que, entrando a parte inferior do cylindro dentro da jarra (na mesma direcçaõ do seu eixo) ficava mergulhado até ao ponto de ficar o meio da superficie plana da extremidade do ferro quente, a qual se achava direitamente em cima da elevaçaõ cónica da neve, na distancia de $\frac{2}{10}$ de pollegada; a extremidade do envoltorio de papel descia $\frac{1}{10}$ de pollegada mais abaixo que a extremidade do cylindro de metal.

Como quer que o azeite fosse transparente e a jarra estivesse collocada em lugar esclarecido, podia muito bem enxergar-se a protuberancia da neve, ainda ao depois de se haver introduzido o cylindro no boccal; e no caso de que algum calor houvesse descido, permeiando a camada de azeite, que separava a superficie do ferro quente do vertice ou

pon-

ponta superior da protuberancia de neve, naõ póde haver duvida de que o effeito deste calor se manifestaria pelo derretimento da neve; ter-se-hia por consequencia observado que diminuia a altura da protuberancia de neve; ou que se teria descarregado a sua figura; porém tal naõ aconteceo; porque a neve naõ se diminuio nem se lhe conheceo alteraçaõ alguma com a proximidade deste ferro quente.

Supporá naturalmente o Leitor, que ao introduzir-se o cylindro na redoma, se tomáraõ todas as precauções possiveis para naõ excitar no azeite movimentos ondeantes; precavendo-se tambem a que o cylindro ficasse perfeitamente immovel na posiçaõ que se lhe deo.

Pareceo-me que esta experiencia era decisiva; e por isso desejando referilla com clareza, uni a esta relaçaõ a fig. 1 (VII Ensaio Parte 2.) que representa clara e distinctamente huma secçaõ de todo o apparato de que se fez uso.

Se o resultado das experiencias de que tenho dado conta nos dous primeiros capitulos deste Ensaio dá motivos para se crer que a *agua* he *naõ conductor* do calor, o exito desta que acabo de referir prova convincentemente, que o azeite he tambem naõ con-

du-

ductor; e dá novo gráo de probabilidade á conjunctura de que todos os fluidos saõ essencialmente naõ conductores do calor.

O mercurio, que he hum metal em fuzaõ, differe dos outros fluidos em muitas propriedades; pelo que desejava muito saber se este metal tinha esta propriedade essencial, que os faz chamar naõ conductores do calor; e achei que o verificava perfeitissimamente a experiencia seguinte.

Experiencia N. 56.

Tendo vasado a agua e limpado a jarra cylindrica, de que fizera uso na ultima experiencia, metti dentro da mesma jarra certo pedaço de neve, a qual tinha na superficie de cima huma elevaçaõ cónica, bem como a precedente: foi a jarra rodeada de neve espedaçada, e agua, e posta sobre a meza na mesma camara em que se havia feito a experiencia antecedente, e deitei sobre a neve da redoma quantidade de mercurio sufficiente para cubrir a neve até huma pollegada acima da sua superficie. Limpei ao depois o cimo do mercurio com papel pardo e deixei o apparato em descanço pelo espaço de huma hora, passado o qual lhe introduzi no mercurio com muita cautéla, o cylindro de ferro aquecido,

do, coberto com a sua capa de papel, e o segurei fixamente em tal posiçaõ, que a superficie inferior que se achava descoberta, distava $\frac{1}{4}$ de pollegada da ponta da protuberancia da neve, e nesta situaçaõ o deixei por alguns minutos.

He necessario observar aqui, que em ordem a acautelar os movimentos interiores, que poderia haver na massa do mercurio, occasionados pela elevaçaõ e despersaõ de algumas particulas da superficie deste fluido, que houvessem de tocar a extremidade do ferro quente, e que por isso se houvessem feito especificamente mais leves, em consequencia de haverem alteado a sua temperatura, se fez com que o envoltorio de papel, que cobria o cylindro de ferro, lhe fosse mais avantajado na parte inferior obra de $\frac{1}{10}$ de pollegada. E com o mesmo fim foi que se tomou a mesma necessaria precauçaõ na experiencia antecedente feita com azeite.

Estando o pedaço de neve sobre que o mercurio se tinha lançado, justamente em tal temperatura que a menor addiçaõ de calor a faria derreter, se alguma porçaõ de calor, por pequena que fosse, houvesse penetrado o mercurio de cima para baixo, até chegar a neve, durante o curso da experiencia, se formaria alguma agua, a qual subiria á superficie

cie do mercurio quando se tirou fóra o cylindro de ferro; mas naõ houve apparencia alguma de derretimento na neve.

Para descobrir-se o disco da neve estava realmente na temperatura necessaria, para que a menor addiçaõ de calor a despozesse a derreter-se, mergulhei o dedo no mercurio até tocar a neve: esta experiencia dissipou todas as minhas duvidas; por quanto achei que, a pezar da rapidez da acçaõ, a penas toquei a neve logo o contacto produzio agua, que ao tirar do dedo appareceo logo na superficie polida e luzidia do mercurio.

Seguindo o resultado destas indagações e experiencias, parece-me poder concluir com certeza, que a agua, o azeite, e o mercurio saõ perfeitos naõ conductores do calor; ou que quando alguma destas substancias se faz fluida, toda a participaçaõ ou communicaçaõ de calor entre as suas particulas, ou directamente de huma a outra, fica neste momento absolutamente impossivel.

He muito provavel, que o ar possua a mesma propriedade, visto o resultado das experiencias de que dei conta nas transacções da Sociedade Real, e que apontei no meu VI Ensaio; e ha iguaes motivos para suppor que as particulas de vapor e de chama saõ da mesma natureza.

Mas

Mas se toda a participaçaõ ou communicaçaõ do calor de particula a particula *immediatamente* ou de *proxima* a *proxima* he absolutamente impossivel em taõ grande numero de fluidos *elasticos* ou *naõ elasticos*, e em fluidos que tem entre si differenças taõ notaveis, naõ haverá logo razaõ para concluir, que esta propriedade he commum a todos os fluidos, e até que ella he *essencial* á fluidez?

He facil conceber que a descoberta desta importantissima circunstancia deve mudar consideravelmente as idéas que se haviaõ formado relativamente ás operações mechanicas que tem lugar em muitos dos grandes phenomenos da Natureza, e nestas operações Chimicas que nós podemos dirigir, as quaes por serem occultas, naõ saõ menos interessantes, sendo aliás operações ordinariamente bem difficeis de se explicar.

Na minha Memoria sobre o calor, publicada no 92 volume das Transacções Philosophicas, tentei applicar a descoberta da potencia naõ conductora do ar para explicar o calor da pelle dos animaes; da penugem das aves, e vestidos artificiaes; bem assim como a neve póde ser chamada a capa de inverno da terra. Appliquei tambem a mesma descoberta para explicar as causas dos ventos frios, que sopraõ as regiões polares tomando diffe-

rentes direcções, e varrendo diversos paizes; os quaes ventos se observaõ de ordinario nos fins do inverno, e começo da primavera.

No meu VI Ensaio sobre a conduçaõ do calor, e economia do combustivel me aproveitei dos conhecimentos adquiridos já a respeito da propriedade naõ conductora do vapor e da chama, para explicar o effeito que produz o maçarico, ou canudo de assoprar, augmentando a acçaõ da chama: igualmente me foi util este conhecimento nos exames para achar qual era a fórma mais vantajosa, que se podia dar ás caldeiras. No terceiro capitulo deste Ensaio tentei applicar as descobertas que tinha feito sobre a maneira porque se propaga o calor na agua para descobrir os meios que o Creador parece haver empregado para regular as temperaturas dos differentes climas e para previnir os funestos effeitos do calor extremo, ou do frio excessivo na superficie do globo. Mas resta ainda fazer huma interessante applicaçaõ destas descobertas a *Chimica*, a *vegetaçaõ*, e a *economia animal*. Attrevo-me por tanto a convidar os Physicos e Sabios para que se queiraõ occupar deste objecto. Se me naõ engano as suas descobertas podem dar novas luzes a muitas operações mysteriosas da Natureza, em que os corpos inanimados se pôem em movimento,

to, mudaõ as suas formas, e separâõ-se as suas partes constitutivas; em huma palavra, em que se produzem novas combinações: talvez a applicaçaõ desta descoberta poderá servir para explicar por principios mechanicos as espantosas apparencias de preferencia, e predilecçaõ que ha entre certos corpos, e que se tem designado com a denominaçaõ de *affinidade Chimica* sem que já mais se procurasse explicar a causa deste phenomeno.

Talvez se verifique que todas as mudanças de forma, acontecidas em todas as substancias, sejaõ só e unicamente devidas ao calor; que toda a concresçaõ he verdadeira *congelaçaõ* produzida pelo frio ou pela diminuiçaõ do calor; e que toda a mudança de hum corpo solido para o estado de fluidez he verdadeira fusaõ; que a differença entre a calcinaçaõ, que se faz pela via secca, e a que tem lugar pela via humida, he realmente menor do que presentemente se imagina; e que nenhum metal se póde dissolver sem que se haja previamente fundido.

Achar-se-há talvez que a violencia apparente com que os corpos solidos saõ atacados pelos seus liquidos dissolventes, o que até aqui se considerava como prova cabal das differentes Chimicas, naõ he devida a alguma attracçaõ particular, mas sim ao considera-

vel gráo de calor ou de frio, que se produz pela uniaõ do solido com o seu dissolvente, ou a huma grande differença entre a gravidade especifica do menstruo no seu estado natural, e a do mesmo fluido quando se torna em huma soluçaõ.

Se os fluidos saõ *naõ conductores* do calor, he evidente que as mudanças de temperatura acontecidas no decurso das soluções Chimicas devem necessariamente produzir correntes no liquido dissolvente; e estas correntes deveraõ ser tanto mais rapidas, quanto maior for a mudança de temperatura: e como ellas levem necessariamente comsigo huma nova serie de particulas do dissolvente que se acha em contacto com o corpo solido, he claro que em iguaes circunstancias a rapidez da soluçaõ deve ser proporcionada á rapidez destas correntes ou á mudança de temperatura.

Mas as correntes, produzidas pela differença das gravidades especificas do fluido dissolvente, e da soluçaõ saturada, produzem talvez, geralmente fallando, maior effeito em levar huma successaõ rapida de novas particulas do menstruo, que se acha em contacto com o corpo solido em dissoluçaõ, do que produz a mudança de temperatura.

Quando estas duas causas se unem para ac-

accelerar o movimento da mesma corrente, ou quando as suas tendencias se achaõ *na mesma direcçaõ*, o que acontece na soluçaõ do sal marinho na agua, a soluçaõ deve ser das mais rapidas.

Dissolvido na agua o sal marinho adquire esta soluçaõ huma gravidade especifica maior do que a da simples agua pura, e por consequencia descerá ella na agua. Por outra parte a soluçaõ produz frio, e como a agua he *naõ-conductor* do calor se augmentará assim a gravidade especifica da soluçaõ saturada; pois que o frio a condensa, e isto accelerará taõ-bem a descida da soluçaõ na agua.

Resulta daqui huma interessante questaõ, que a poder-se resolver daria muitas luzes a certa materia bem abstracta. Supponhamos, que, dado o caso em que o calor se produz do decurso da soluçaõ de hum solido n'hum menstruo fluido, a *addiçaõ* da gravidade especifica do menstruo, proveniente da sua uniaõ Chimica com o solido contrabalançasse taõ exactamente a *diminuiçaõ* da gravidade especifica do fluido pelo calor produzido durante a soluçaõ, que a soluçaõ saturada, e quente fosse precisamente da mesma gravidade especifica, que o menstruo frio: Neste caso, havendo iguaes circunstancias, seria possivel a soluçaõ?

Se

Se fosse real a tendencia de approximaçaõ que *apparentemente* se observa entre os solidos e os seus menstruos fluidos, se esta especie de predilecçaõ que se chama *affinidade Chimica* existe verdadeiramente, e se a sua influencia se estende *além do contacto actual*, como geralmente se suppõem, naõ havendo apparencias algumas de attracçaõ, ou affinidade entre hum corpo solido, e huma soluçaõ saturada do mesmo corpo no menstruo que lhe convem, parece provavel, que a soluçaõ tenha lugar nas circunstancias que acima disse. Porém se a attracçaõ da affinidade, segundo a descripçaõ que della se deo, naõ tem existencia real, conforme a minha opiniaõ, neste caso he evidente, que com quanto a soluçaõ naõ seja absolutamente impossivel, será com tudo muito lenta e quasi imperceptivel.

Naõ obstante que as particulas do menstruo, em immediato contacto com o solido, naõ tenhaõ ao momento da sua saturaçaõ alguma tendencia a sahir dos seus lugares, com tudo havendo ellas necessariamente de communicar por gráos á parte do solido ainda naõ dissolvido huma porçaõ do calor que adquirem no decurso do processo Chimico, porque foraõ saturadas, he possivel que estas particulas condensadas por esta perca de ca-

calor chegassem finalmente a descer, entrando na sua vagante outras, que em seu turno as seguiriaõ, porém cada vez com menor velocidade, a qual diminuiria na razaõ do augmento gradual da temperatura da parte naõ dissolvida do solido, e do calor naõ communicado por esta substancia solida a toda a massa do menstruo liquido.

Com quanto fosse provavelmente muito difficil imaginar huma experiencia unica, cujo resultado podesse dar cabal decisaõ a esta questaõ, naõ era com tudo impossivel descobrir por meios indirectos o principio de que dependia a decisaõ da mesma questaõ.

He facto bem conhecido que se a agua, ha dissolvido sal marinho, se mistura em hum vaso com agua pura, o sal, em pouco tempo, se acha igualmente distribuido por toda a massa de agua: e eu creio que se considera geralmente esta distribuiçaõ uniforme do sal como resultado da affinidade que se suppõem existir entre o sal marinho e a agua.

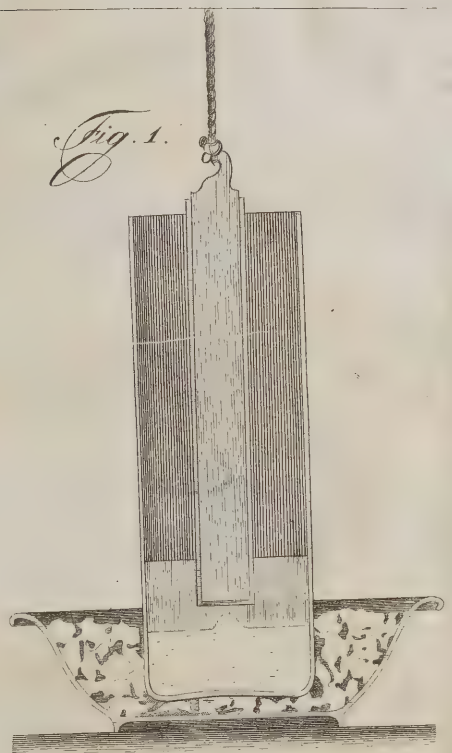
Concebendo porém algumas duvidas relativamente á existencia desta pertendida attracçaõ, e suspeitando que a igual distribuiçaõ do sal era devida a outra causa, que eu presumia ser os movimentos interiores das particulas de agua, occasionados pelas mudanças accidentaes de temperatura que espero seja considerada como decisiva.

Experiencia N. 57.

Tomei huma redoma cylindrica de vidro; a qual tinha 4 pollegadas e hum quarto de diametro, e 7 pollegadas e hum quarto de altura; mettida dentro em outra redoma de vidro igualmente cylindrica, cujo diametro era de 7 pollegadas e meia, e de altura tinha 8 pollegadas; esta segunda redoma estava tambem mettida dentro em hum vaso de barro assás profundo, e aqui inteiramente cheio de neve espedaçada e agua. Puz este vaso com tudo o que elle continha sobre certa mesa bem firme em huma camara em que ninguem morava, e em tal parte da casa, que a temperatura do ar era quasi sem mudança a mesma, durante o dia, que no espaço da noite, e neste tempo se achava em 36 gr., Thermometro de Farenheit. Preparei tambem certa porçaõ de salmoura forte, tal qual pude obter do sal marinho. Esta salmoura era clara, transparente, sem cor, e na temperatura da neve; igualmente tinha quantidade de agua fresca, purissima e tambem na temperatura da neve, e tingida levemente de vermelho com girasol, e algum azeite doce na temperatura de neve. Primeiramente lancei na redoma menor tanta agua pura, quanta foi necessaria para a encher até á altura de duas pollegadas: ao

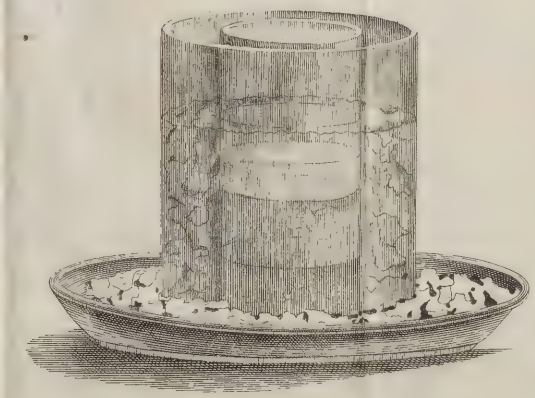
de-

Fig. 1.



Pollegadas Inglezas

Fig. 2.



Pollegadas Inglezas.

Almª gravou.

No Arco do Cego.

RPJCB

depois tomei hum funil de vidro, que terminava em hum tubo longo e estreito, introduzindo este tubo na agua pura, e encostando-o no fundo da redoma lhe lancei huma quantidade de salmoura, igual á agua pura que elle continha: e nesta operaçaõ tomei todas as precauções necessarias para naõ perturbar a agua pura que se continha na redoma, de maneira que tendo acabado, esta agua, que se distinguia facilmente da salmoura em razaõ da sua cor avermelhada, ficou perfeitamente separada do liquor salino mais pezado, sobre o qual aboiava mui socegadamente, sem que entre os dous liquores se percebesse a menor tendencia para se misturarem.

Entaõ se encheo o vaõ da redoma maior em que a menor estava mettida, com agua de neve, e neve quebrada em pedaços da grandeza de nozes (por que se a neve fosse quebrada, muito moida, naõ se poderia permeiar com a vista para observar o que passava dentro da redoma menor); e tendo-se lançado tanta desta mistura, que chegou á altura de sinco pollegadas, lancei cuidadosamente o azeite doce, na temperatura da neve, dentro na redoma menor até cobrir a superficie da agua tingida, na altura de huma pollegada (1). Veja-

(1) Este azeite servia naõ sómente para manter em perfeita tranquillidade a agua sobre que repousava;

se a fig. 2 Ensaio VII. Part. II. Puz-me entaõ junto á mesa em tal situaçaõ que via distinctamente tudo o que se continha na redoma menor, e entrei a observar o resultado da experiencia.

Tendo já decorrido huma hora sem que podesse descobrir a menor apparencia de movimento quer na salmoura quer na agua fresca que sobre ella descançava, sem dar o menor indicio de disposiçaõ a misturarem-se, deixei a camara onde estava; e voltando ao outro dia achei tudo precisamente no mesmo estado em que o tinha deixado continuando por mais quatro dias sem a menor apparencia de mudança.

No fim deste termo julguei que era inutil prolongar mais a experiencia, e retirei a pequena redoma tendo o cuidado de naõ agitar o que nella continha, e a puz á janella de outra camara aquecida com fogaõ. Em menos de huma hora observei que começavaõ a misturar-se a salmoura e agua tingida; e no fim de 24 horas estavaõ perfeitamente misturadas. Este facto me pareceo demonstrado pela cor do fluido aquoso sobre que pousava o azeite; porque todo elle adquirio huma cor avermelhada uniforme.

Dei-

---

mas tambem para impedir qualquer communicaçaõ de calor entre ella e a atmosphera.

Deixo aos Physicos o cuidado de tirar conclusões que se podem deduzir destas experiencias; mas devo dizer que ellas me parecem indicar hum facto que vou a referir, o qual naõ sómente he curioso, mas he susceptivel de nos guiar a descobertas muito importantes e dá motivo de presumir que se hum lago fosse muito profundo poderia a agua da sua superficie ser doce ainda que o fundo do lago fosse huma sólida massa de sal.

Seria ridiculo fazer experiencias para acertar se a agua no fundo de alguns lagos profundos he ou naõ impregnada de sal? Achando-se o facto pela affirmativa seria indubitavelmente huma descoberta preciosissima em muitos paizes de sertaõ onde o sal he carissimo.

Como quer que se achem muitas minas de sal nas visinhanças de lagos de agua doce; pode-se racionavelmente suppor que as aguas destes lagos estivessem *algumas vezes* em contacto com os veeiros destas minas. Quando principiei a reflectir sobre esta materia me admirei muito, naõ de que estivesse por descobrir a possibilidade de haver agua salgada no fundo dos lagos de agua doce; porque vi que no ordinario correr das cousas nada conduzia a esta descoberta, nem ainda a fazer suspeitar a sua existencia; porém como as ca-

madas do sal mineral estaõ muitas vezes mais elevadas do que o nivelamento médio do terreno adjacente; me admirarei que se naõ achassem com mais frequencia lagos salgados. E appresentando-se estas reflexões ao meu espirito, depois de haver descoberto o que me pareceo huma próva evidente da Sabedoria e Bondade do Creador, que vinha a ser a existencia dos lagos de agua doce em paizes frios, principiei a inquietar-me pelas consequencias fataes que poderiaõ ser o effeito de algum contacto accidental entre o lado de hum lago de agua doce, e alguma montanha de sal, contacto que o acaso podia facilmente produzir.

Entro na duvida se devo communicar ao Leitor alguma idéa do que senti, quando meditando nesta materia, e começando de alguma sorte a fazer-me o reproche, que talvez outros me teraõ feito de haver imaginações exaltadas e extravagantes; vim a descobrir repentinamente que o Creador tomára particular cuidado em que naõ acontecesse aquillo que eu temia; e que segundo a constituiçaõ das cousas e a corrente ordinaria e uniforme das leis da Natureza *a existencia permanente de hum lago cuja superficie, fosse de agua salgada, he absolutamente impossivel*, ainda quando estivesse por todas as partes cercado de montanhas de sal. (1) Pos-

(1) Pela palavra *lago* entendo, como se perceberá

Posto que o arrebentamento de hum vulcano, hum tremor de terra, ou outra qualquer grande convulsaõ acontecida nas bordas de hum lago, podessem pôr em contacto o mesmo lago com algumas minas de sal, e dar momentaneamente ás aguas o gosto salgado, este mal acharia brevemente o seu remedio. A queda da camada de terra e pedras que se achaõ sempre nas superficies das minas de sal (e sem as quaes naõ poderiaõ estas minas subsistir) cobririaõ logo o sal, e a agua na superficie do lago se faria outra vez perfeitamente doce.

Mas se o lago fosse assás profundo, para que a sua temperatura no fundo ficasse durante o inverno a mesma que era no veraõ ao menos sem alteraçaõ sensivel, he certo que as aguas do fundo do lago ficariaõ sempre saturadas de sal. ¿ Porém naõ ha motivo de presumir que a agua no fundo de todos os lagos muito profundos naõ seja salgada, ainda quando naõ haja nas visinhaças minas de sal?

As conchas que se achaõ frequentemente em paizes distantes do mar, e mui elevados, assim como outros muitos indicios conhecidos pelos Naturalistas, indicaõ bastante que a maior parte do continente foi coberta pelas aguas do

---

facilmente, huma massa de agua situada no interior das terras, e em lugar assás elevado, para que possa haver continuo escoamento,

do oceano. E se isto aconteceo, por maïs remota que essa época seja, he mui provavel que a agua salgada que o mar havia de deixar em todos os lagos existe ainda no fundo delles.

Naõ posso deixar esta materia sem observar que a descoberta da impossibilidade que ha na existencia de tal disposiçaõ, que podia ser evidentemente hum mal, naõ deve tender a diminuir a nossa admiraçaõ e o nosso reconhecimento da bondade e sabedoria do Grande Architecto do Universo.

CA-

CAPITULO V.

Póde-se fazer gelar a agua na sua superficie inferior. Observações sobre a formaçaõ da neve no fundo dos rios. Razões que nos levaõ a concluir que se naõ póde nunca distribuir o calor em hum fluido com perfeita uniformidade. Movimentos perpetuos que occasiona nos fluidos a desigual distribuiçaõ do calor. As collisões se succedem com incrivel rapidez por effeito do movimento interno, que tem lugar nos fluidos no curso da propagaçaõ do calor. Tentativa para determinar o numero destas collisões que succedem em hum dado tempo. Estas explorações devem modificar em grande parte as nossas idéas sobre o estado real dos fluidos que parecem estagnados. A fluidez póde ser chamada A VIDA DOS CORPOS INANIMADOS. *Conjectura relativa ao principio vital nos animaes, e á natureza do estimulo physico.*

QUalquer que seja a operaçaõ mechanica, que produz os effeitos donde se obteve a idéa de huma attracçaõ, ou de huma affinidade (differente da gravitaçaõ) entre os corpos solidos

dos e os seus menstruos fluidos, e entre diversas partes do mesmo dissolvente com diversa saturaçaõ, o resultado da experiencia precedente (N. 57) próva que duas particulas de agua em combinaçaõ com differentes quantidades de sal marinho, ou huma particula de agua saturada de sal, e outra particula perfeitamente pura podem estar em contacto por algum tempo, sem mostrar disposiçaõ alguma de communicar igualmente entre si este sal.

Porém admittindo-se como hum feito o que esta experiencia parece indicar, isto he, que naõ ha nenhuma attracçaõ electiva entre os solidos e os seus dissolventes, e que todos os movimentos que se attribuiraõ á acçaõ desta supposta força (bem como todos os outros movimentos que tem lugar nos fluidos) saõ os effeitos immediatos da *gravitaçaõ*, obrando segundo as leis immutaveis, *e segundo as mudanças da gravidade especifica occasionadas pelo calor*, sempre ficava huma grande difficuldade, que era a explicaçaõ das soluções Chimicas. Como a execuçaõ de todas as operações mechanicas exige certo tempo, e como o movimento de hum fluido, occasionado pela mudança da gravidade especifica de algumas das suas particnlas individuaes, começa logo que a mudança tem lugar, se naõ há attracçaõ entre as particulas dos corpos solidos,

e

e as paticulas dos seus menstruos, naõ pãrece razoavel suppôr, que o calor he produzido ou absorvido, ou fallando mais exactamente, produzido e absorvido no contacto destas particulas antes da sua uniaõ chimica? e como acontece que a particula do menstruo cuja gravidade especifica se muda necessariamente com a mudança de temperatura, naõ deixe *immediatamente* o solido em consequencia desta mudança, *e antes que houvesse tempo de se acabar a soluçaõ*?

A consideraçaõ dos effeitos da força de inercia na particula do menstruo, cuja gravidade especifica se acha por esta forma mudada, bem assim como a força de inercia do resto do fluido, e a resistencia que elle deve oppôr ao movimento das particulas isoladas, poderiaõ subministrar argumentos especiosos para resolver esta difficuldade: mas eu assento, que o resultado da experiencia, que vou a referir, satisfará melhor do que todos os raciocinios, que sobre esta materia se poderáõ fazer, naõ sendo elles amparados com feitos.

Levantando-se alguma duvida sobre a possibilidade de qualquer operaçaõ de genero particular, que se suppõe acontecer em algum processo da natureza entre estas particulas infinitamente pequenas, e integrantes dos

corpos que escapaõ, e devem escapar aos nossos fracos orgãos, posto que ajudados pela arte; entaõ o meio mais breve de decidir a questaõ he pôr em acçaõ as forças conhecidas da natureza, em taes circunstancias, que os effeitos que ellas produzem annunciem sem equivoco a possibilidade ou impossibilidade da operaçaõ supposta, e provando-se, que ella hé possivel em hum caso: póde-se inferir com menos desconfiança, que ella tem lugar no caso particular de que se trata.

As experiencias de M. De Luc, e de Sir Carlos Bladgen tem sufficientemente provado que, quando a agua se esfria até á temperatura de quasi 41° (Th. de Far.) a sua condensaçaõ pelo effeito do frio cessa, e começa a sua expansaõ ou dilataçaõ, a qual continua gradualmente á medida que a sua temperatura abate, até que se muda em gelo. Aproveitando-me desta importante descoberta fiz a seguinte experiencia para esclarecer mais a materia de que se trata.

Experiencia N. 57.

Tomei hum pouco de mercurio na temperatura de 60° e o lancei em hum copo de vidro ordinario, até que o fluido se elevou á altura de quasi huma pollegada, lancei depois

pois sobre o mercurio dobrada quantidade de agua da mesma temperatura, e pondo o copo em huma bacia de barro pouco profunda, o cerquei até á altura da superficie superior do mercurio com a mistura frigorifera de neve, e sal commum. Observei ao depois attentamente em que parte da agua aparecia primeiro a neve. ¿ Devia isto acontecer na superficie superior? Parecia-me isto impossivel porque a experiencia era feita em huma camara aquecida com fornalha, e a temperatura do ár que descançava sobre esta superficie, estava muito acima do ponto de congelaçaõ.

Podia a neve aparecer primeiro na superficie inferior da agua, que estava em contacto com a superficie superior do mercurio? Acontecendo isto, ficava demonstrado, que naõ obstante a diminuiçaõ da gravidade especifica da agua, passando da temperatura de 41° para a de 32, e a tendencia que esta diminuiçaõ lhe dava para deixar a superficie fria do mercurio, desde o momento em que ella se esfriou por este contacto passando o termo de 41°; entretanto ficava tempo sufficiente para se poder acabar a congelaçaõ *antes que se pudesse escapar a particula de agua assim resfriada.*

Do que acabo de dizer poderá o leitor concluir naturalmente, que imaginei esta ex-

periencia para o unico fim de acertar este feito e o resultado mostrará que se realisáraõ perfeitamente as minhas esperanças.

Naõ sómente se formou a neve no fundo da agua, e na sua superficie inferior, onde ella estava em contacto com o mercurio frio; mas observei, repetindo a experiencia, variando-a, e esfriando préviamente o mercurio contido no copo até á temperatura de 10 gr. de Farenheit, que a agua fervente, que se lhe lançava na superficie se gelava instantaneamente, e formava gradualmente huma espessa capa de neve posto que toda a massa de agua naõ gelada, que ficava sobre esta neve, conservasse hum gráo de calor pouco distante do gráo da agua fervente.

Esta experiencia naõ sómente decide a questaõ, por cuja causa se emprendeo, mas nos habilita a formar justa opiniaõ de huma questaõ de feito, que tem dado lugar a muitas disputas.

Ainda que se tenha já muitas vezes publicado, que a neve se formava no fundo dos rios havia ainda duvidas sobre a possibilidade da sua formaçaõ nesta situaçaõ. Pelo resultado da experiencia precedente me parece, que se póde seguramente concluir, que se depois de ter chovido muita neve de modo, que se gele a superficie da terra até certa profundidade,

fi-

ficando assim a sua temperatura muitos gráos abaixo do termo de congelaçaõ; se hum rio entaõ transbordasse e inundasse a superficie do terreno assim resfriado a este ponto, neste caso a neve se formaria no fundo da agua; porém todas as experiencias que se tem feito sobre a congelaçaõ da agua, demonstraõ a impossibilidade absoluta de se poder formar gelo, em nenhum paiz, no fundo de rios que enchaõ constantemente o seu leito, e que naõ transbordem jámais ao ponto de deixarem o seu fundo absolutamente secco, e exposto ao frio da atmosphera.

Reflectindo nas differentes consequencias que deveriaõ resultar da maneira particular, por que o calor se propaga nos fluidos, sou obrigado a concluir, que he quasi impossivel que nenhum fluido, exposto á acçaõ da luz, possa ser de temperatura uniforme ainda no caso de ser a sua massa muito pouco consideravel; a differença de temperatura nas suas differentes particulas deve occasionar entre ellas movimentos continuos.

Supponhamos que hum vaso descoberto, por exemplo, hum copo de vidro ordinario, continha huma pequena moeda de dinheiro, hum seixinho, ou outro qualquer corpo solido, opaco, e de pouco volume, e cheio o copo de agua se punha a huma janella exposto

to á acçaõ dos raios do Sol. Sendo certo que hum raio de luz produz sempre calor no lugar e momento em que he demorado ou absorvido, os raios que entrassem e permeiassem a agua do copo até tocar o corpo solido e opaco, que se achassem no fundo do vaso, seriaõ ahi absorvidos, e por consequencia produziriaõ certa quantidade de calor, huma porçaõ do qual penetraria o interior do corpo solido, e outra se communicaria ás particulas de agua fria que repousassem sobre a superficie do corpo.

Por tanto na hypothese de que a quantidade de calor assim communicado a huma das partes integrantes da agua, seja tal que o seu effeito sobre a diminuiçaõ da gravidade especifica da particula baste para a fazer mover para a superficie superior do fluido, com o minimo gráo de velocidade sensivel aõ orgaõ da vista; se a particula em movimento for de volume sufficiente para ser visivel esta velocidade será na razaõ de hum centesimo de pollegada por segundo.

Ainda que este movimento pareça extremamente lento, comparando-se ao que nós percebemos nos differentes corpos que nos cercaõ; viremos a conhecer, sem admiraçaõ, que rápida successaõ de acontecimentos naõ póde produzir este movimento.

Sup=

Suppondo-se que o diametro das particulas integrantes ou moleculas da agua sejaõ de hum millionesimo de pollegada (e he provavel que sejaõ ainda menores) (1) neste caso he quasi certo, que huma dada particula movendo-se debaixo para cima, na massa do fluido parado, com a velocidade de $\frac{1}{100}$ de pollegada por segundo correrá hum espaço igual a dez mil vezes o comprimento do seu diametro em hum segundo, e virá a tocar, ao menos, com seiscentas mil particulas differentes de agua no mesmo intervallo de tempo.

Donde se vê quaõ curto deve ser o tempo, que huma particula de fluido em movimento deve ficar em contacto com outra particula individual que se acha parada, e contra a qual bate no curso da sua passagem primeira do fluido, por mais vagaroso que este movimento nos pareça.

Suppondo que este contacto durava tanto tempo quanto a particula em movimento em-

(1) O ouro em folha, que os batedores de ouro preparaõ, naõ chega a ser quatro vezes mais espesso que o diametro que aqui se suppoem as particulas integrantes da agua. Estas folhas de hum metal solido se calculaõ ter $\frac{1}{282820}$ de pollegada de grossura. Logo o diametro das particulas integrantes do ouro deve ser infinitamente menor.

emprega em atravessar hum espaço igual aõ seu diametro; e evidentemente he o mais que se póde suppor sem exceder os limites da probabilidade; neste supposto o contacto naõ poderia durar mais tempo que $\frac{1}{100000}$ de segundo, que he o tempo em que a bala de huma peça, movendo-se com a sua maior velocidade, (1600 pés por segundo) chegaria a correr duas pollegadas. (1).

Se a bala de peça for do pezo de nove arrateis, o seu diametro será de quatro pollegadas, e a velocidade de seu movimento será igual a 1600 pés (ou 19.200 pollegadas) por segundo. Mas temos visto, que huma particula de agua corre, em hum segundo, hum espaço 4800 vezes maior do que o comprimento do seu diametro: e temos tambem visto, que huma particula de agua movendo-se hum centesimo de pollegada por segundo, corre neste tempo o espaço igual a 10.000 vezes

(1) Segundo as experiencias da eschola de artilheria em Fere huma peça do calibre de 24, carregada com nove libras de polvora, e posta no angulo de 45 gr. cursou a 2.200 toezas, que foi o seu maior alcance no espaço de 35 segundos e $\frac{1}{4}$ Veja-se o Curso de Bezout tom. IV, pag. 182 e seguintes; Edicçaõ de Lisboa. Este tiro se fosse dado no vacuo teria durado 65 $\frac{1}{5}$. Por tanto a velocidade de que falla o Conde de Rumford parece ser a de huma bala de peça cahindo de certa altura, e permeando hum meio resistente.

zes o comprimento do seu diametro; donde parece que a velocidade, com que o corpo em movimento deixa o espaço que occupa, he mais do duplo maior nas particulas de agua, do que na bala da peça.

Outro caculo nos póde tambem dar huma idéa justa da materia de que se trata, de que he justo nos aproveitemos; porque nos esforços que se fazem para contemplar certas operações invisiveis da natureza, que se naõ podem apanhar ou perceber senaõ com a subtileza da vista intellectual; já mais seraõ demasiadas as explorações que servirem para esclarecer o espirito, e ajudar a imaginaçaõ.

Os movimentos que se succedem, e que ficaõ no alcance dos nossos sentidos, naõ podem distinguir-se, repetindo-se por mais de dez vezes em hum segundo (1). Donde parece que se huma particula de agua se move pela massa do mesmo fluido, que está parada, com a velocidade de hum decimo de pollegada sómente em hum segundo, as collisões

(1) Esta proposiçaõ em tanto, quanto diz relaçaõ aos objectos visiveis, póde ser demonstrada pela seguinte experiencia que está no alcance de toda a gente. Faça-se mover sobre o seu eixo huma roda, que tenha certo numero de raios, dando-lhe a velocidade necessaria para que os raios se façaõ invisiveis. A velocidade com que se mover a roda, e o numero de raios decidirá o facto.

que se succedem com as differentes particulas estagnantes deste fluido, que encontra a particula que se move, devem ser taõ rapidas que deverá haver mil choques semelhantes, pelo menos, huns apôs os outros no mais curto espaço que aos nossos sentidos he permittido medir. (1)

De-

(1) O Leitor instruido observará sem duvida que a velocidade que assigno ao movimento de differentes particulas de agua, indo debaixo para cima dentro no mesmo fluido, em consequencia da mudança da sua gravidade especifica occasionada pelo calor; ainda que pareça muito pequeno ($\frac{1}{100}$ de pollegada por minuto) com tudo he provavelmente muito maior do que a velocidade, que póde adquirir huma particula solitaria deste fluido nas ditas circunstancias, por qualquer mudança de temperatura, por mais consideravel que esta se supponha; visto a resistencia que oppõe ao movimento da particula o encontro de todas as outras, que se achaõ paradas. Prevendo esta objecçaõ e desejando responder-lhe, procurei calcular, segundo as regras dadas por Isaac Newton, nos seus *Principios* Liv. II secc. VII, qual seria a maior velocidade que huma particula solitaria de agua (tendo o supposto diametro de $\frac{1}{100\,000}$ de pollegada) poderia adquirir pela mudança da sua gravidade especifica: e achei que se a gravidade especifica da agua na temperatura de 32 gr., Th. de Farenheit, se suppõe de 1,00082, e a sua gravidade especifica em 80 gr. de 0,99759 como ultimamente se acertou com exactissimas experiencias: entaõ huma particula solitaria de agua na temperatura de 80 gr. situada em huma massa de agua estagnante de 32 gr. a maior velocidade que esta particula aquecida poderia adquirir movendo-

Depois de haver examinado com muita paciencia o resultado destas indagações, e haver adquirido certa familiaridade com o exame dos interessantes factos, que ella apresenta; quanto se naõ mudáraõ as nossas idéas sobre o estado real dos fluidos, que nos parecem estagnantes? Entaõ nos pareceraõ estes fluidos o que na realidade saõ, isto he, hum aggregado de infinito numero de particulas infinitamente pequenas, em movimento continuo com inconcebivel velocidade.

Considerar-se-há entaõ a fluidez como *a vida dos corpos inanimados*, e a congelaçaõ como o somno da morte. Deixaremos de attribuir potencias activas, ou outras quaesquer operações, á materia bruta e *sem movimento*.

Mas que póde pensar-se do principio vital nos animaes viventes? Naõ dependerá tambem a sua vida dos movimentos interiores dos seus fluidos, occasionados pela desigual distribuiçaõ do calor? E o estimulo ou irrita-

se debaixo para cima, em consequencia da sua leveza relativa, seria de $\frac{1}{2618}$ de pollegada cada segundo, o que faz quasi pollegada e meia por hora; mas he evidente que reunindo-se maior numero de particulas, em fórma de corrente, permeiaráõ o fluido estagnante com mais facilidade, e o seu movimento será tanto mais rapida.

çaõ em todos os casos, póde ser outra cousa mais do que o effeito mecanico da communicaçaõ do calor? Já no tempo de Moysés se estava persuadido que *a vida dos animaes existe no sangue*, e provavelmente a origem desta idéa data de huma época mais antiga. Esta opiniaõ foi modernamente resuscitada por hum cèlebre anatomico, e physiologista, mui distincto pela sua penetraçaõ: e me parece que as novas descubertas sobre a maneira, por que o calor se propaga nos fluidos, esclarecem muito esta materia, e daõ á hypotese grande gráo de probabilidade.

Por tanto, raciocinando, segundo estes principios, tudo o que augmenta a desigualdade de distribuiçaõ do calor na massa do sangue (ainda quando naõ mudasse a sua quantidade) deve augmentar a intensidade das acções, que constituem a vida. Mas teremos nós provas cabaes de que este facto existe?

A respiraçaõ, a digestaõ, e transpiraçaõ insensivel, tendem manifestamente (segundo os nossos principios sobre a maneira por que o calor se propaga nos fluidos) a *produzir e perpetuar* esta desigualdade de calor nos fluidos animaes. E que? naõ saõ bem visiveis os effeitos poderosos e immediatos destas operações para augmentar a intensidade da acçaõ das faculdades da vida?

Se a vida animal depende essencialmente destes movimentos *internos* nos fluidos animaes, que, como fica exposto, saõ occasionados pela differença das gravidades especificas das suas particulas integrantes, ou de suas moleculas, a qual differença provém das suas temperaturas: neste caso he evidente que os poderes vitaes seraõ fortificados, e a sua acçaõ augmentada pelo frio ou pelo calor convenientemente applicados? Mas naõ he este facto fóra de toda a duvida? O copo de agua ardente em Petersburgo naõ produz o mesmo effeito que a garrafa de limonada nevada em Napoles; e isto pelas mesmas operações mecanicas obrando em direcções oppostas?

A perda do calor pela transpiraçaõ insensivel naõ contribue com igual efficacia para a conservaçaõ desta desigualdade de temperatura, que he taõ essencial á vida como a introducçaõ do calor no systema animal pelo acto da respiraçaõ?

A repentina coagulaçaõ do sangue sahindo das veias de hum animal vivo, e todas as outras mudanças rápidas, que este fluido experimenta naõ saõ evidentes provas da desigual distribuiçaõ do calor¿ E a viscosidade do sangue, bem assim como o seu movimento perpetuo no systema vascular, naõ contribuiraõ poderosissimamente para entreter esta desigualdade?

As

As manchas lividas na superficie do corpo, que annunciaõ o começo da mortificaçaõ, naõ saõ o effeito de hum principio de precipitaçaõ das particulas heterogeneas dos fluidos animaes em razaõ da sua gravidade especifica, e das suas temperaturas individuaes, occasionadas pelo descanço ou por huma interrupçaõ de circulaçaõ? Naõ poderemos em consequencia dizer, no mais rigoroso sentido da palavra, que taes fluidos saõ verdadeiramente mortos?

Qualquer liquido, em que o calor se ache *igualmente* distribuido, naõ seria *veneno fatal* para o animal vivente, em cujas veias se injectasse este liquido? E naõ aconteceria o mesmo, se o liquido injectado fosse huma porçaõ do sangue do animal, ou da sua limpha, ou de qualquer outra das partes constituentes destes fluidos, e se estivesse precisamente na temperatura média dos fluidos naõ decompostos que circulaõ no animal vivente?

A secreçaõ operada pelas glandulas naõ será verdadeira precipitaçaõ? A formaçaõ dos solidos e o crescimento do corpo do animal naõ se poderaõ effeituar por hum processo semelhante ao da congelaçaõ; e naõ há muitas circunstancias, em que se podia concluir com certo gráo de probabilidade, que a maior par-

parte destas congelações se formaõ com pouca differença na temperatura da agua fervente? Naõ quero alargar-me mais nesta materia.

Insensivelmente me desviei para huma carreira, onde he necessario parar, para naõ incorrer na censura de me intrometter em materia, que naõ he da minha repartiçaõ. Acabo por tanto este capitulo subitamente.

CA-

CAPITULO VI.

He provavel que nas particulas solitarias dos fluidos exista frequentemente calor consideravel, que nem o tacto, nem o thermometro podem descubrir. Esta supposiçaõ explica a causa da evaporaçaõ do gelo durante a força da maior pancada de neve. He provavel que os metaes se evaporariaõ, sendo postos á acçaõ dos raios do Sol, se naõ fossem taõ bons conductores do calor. O mercurio soffre evaporaçaõ real na temperatura média da atmosphera. Este facto he huma prova cabal que o mercurio he naõ conductor do calor. Probabilidade de que o calor intenso produzido pelos raios de luz, e que os effeitos que se attribuem á luz devaõ, talvez em todos os casos, ser attribuidos à acçaõ do calor que elles produzem. Notavel prova de que existe algumas vezes calor intenso em parte que se naõ presumia. O oiro se funde realmente pelo calor que existe no ar atmospherico, sem haver nenhuma apparencia de fogo, ou de outra cousa que o faça candente. He necessaria muita circunspecçaõ, quando se attribue á acçaõ de potencias desconhecidas effeitos semelhan-

lhantes aos que produz a acçaõ do fogo. O calor mais intenso póde existir sem dar sinaes da sua existencia. Este importante facto he indicado pelo resultado necessario de huma supposta experiencia.

Deixo a outros determinar até que gráo se deva attribuir a possibilidade da communicaçaõ do calor entre as particulas integrantes de hum fluido á extrema mobilidade destas particulas, e ao tempo infinitamente curto, durante o qual, duas destas particulas de differente gravidade especifica (devida á sua differente temperatura) podem ficar em contacto: he certo porém, que a impossibilidade de toda a communicaçaõ immediata do calor entre as particulas de hum fluido faz a distribuiçaõ do calor muito desigual, e he probabilissimo, que muitos phenomenos, que se attribuiraõ a diversas causas, saõ realmente devidos á intensidade do calor que existe, e produz os effeitos que lhe saõ proprios, ainda em circunstancias nas quaes até aqui se naõ tinha presumido a sua existencia.

Se os fluidos saõ naõ conductores do calor, nenhuma situaçaõ lhes póde ser mais favoravel para o conservar, do que quando elle

penetra o mesmo fluido: o que fica evidente naõ só pelo que já fica dito, que muito calor póde existir nas particulas solitarias de alguns fluidos, sem que seja possivel o suspeitallo, nem descubrillo, quer pelo tacto, quer pelo thermometro; mas além disto muitas apparencias indicaõ, e outras chegaõ a provar, que existe calor extremo no estado *latente*, ou imperceptivel, com o que se occulta aos nossos sentidos.

Naõ há razaõ de suppor, que seja possivel reduzir-se a neve a vapor antes de se ter previamente fundido; e he bem sabido, que a neve se naõ póde fundir em menor gráo de calor do que 32 gr. (Escala de Farenheit): mas acha-se, que a neve se evapora no meio do inverno, nos climas mais frios, e quando a temperatura do ár atmospherico, indicada pelo thermometro, está muito abaixo de 32 gr.

Como se póde explicar este facto? Só suppondo, que algumas das particulas do ár que se achaõ (servindo-nos desta expressaõ) accidentalmente em contacto com o gelo, estaõ taõ quentes, que ellas naõ sómente podem derreter as pequenas particulas de gelo que tocaõ, mas que pódem reduzir a vapores parte da agua, que a fusaõ da neve produzio, antes que essa agua tivesse tempo de se gelar no-

va-

vamente: ou tambem suppondo, que este effeito he produzido pelo calor excessivo gerado pela luz, que absorvem as pequenas prominencias da neve. Como a neve he hum máo conductor do calor, esta circunstancia faz mais provavel, que o phenomeno de que se trata seja motivado por huma, ou outra destas.

Se os metaes fossem máos conductores do calor, em vez de serem proprios para o transmittir, creio ser mais provavel, que se veriaõ evaporarem-se logo que fossem expostos á acçaõ directa dos raios do sol; e talvez ainda em outras situações, onde este facto pareceria mais extraordinario.

Já vimos que o mercurio se evaporava na temperatura média da atmosphera; que melhor próva se póde ter, de que o mercurio he naõ conductor do calor, e ao mesmo tempo que o calor excessivo póde ser produzido, ou existir em taes circunstancias, que isto se naõ podia esperar? A evaporaçaõ da agua na temperatura média da atmosphera naõ nos subministra outra próva deste mesmo facto?

Naõ póde duvidar-se, que acontece muitas vezes excitar-se calor fortissimo em pequenas particulas de corpos solidos, dispersas no meio de huma massa de liquidos frios. Sabe-se, que gráos de calor saõ capazes de produzir os raios do sol: e parece mui provavel, que o calor

que elles excitaõ he sempre o mesmo; quero dizer, que tem senipre *o ultimo gráo de intensidade*: mas havendo poucos raios, e naõ sendo as circunstancias favoraveis para accumular o calor, que elles produzem, ordinariamente he este disperso em taõ breve tempo, que escapa aos nossos sentidos, e aos instrumentos que os podiaõ ajudar; e algumas vezes até naõ deixa traços alguns da sua existencia.

Por que se naõ supporia, que o calor produzido por hum raio de luz que entrando em huma massa de agúa, encontra accidentalmente huma particula infinitamente pequena de substancia solida e opaca que aboia neste liquido, e he absorvida por esta molecula, naõ tem tanta força como o calor, que he produzido no foco do melhor espelho ustorio da lente mais poderoza?

M. Senebier refere grande numero de experiencias interessantissimas sobre os effeitos, que tiveraõ lugar em differentes corpos expostos aos raios directos do sol; mas porque se naõ attribuiriaõ antes estes effeitos ao excessivo calor *local*, produzido pela luz absorvida pelas particulas infinitamente pequenas, e por assim dizer *solitarias* separadas dos corpos a quem toca?

A superficie das differentes qualidades de ma-

madeira se fez denegrida nas experiencias de M. Senebier; o mesmo se produziria em menos tempo pelos raios que emanaõ de hum ferro candente, que mudaõ a superficie da madeira em huma especie de carvaõ imperfeito. Porém as superficies da madeira que tomáraõ a cor denegrida pelo effeito dos raios do sol, nas experiencias de M. Senebier, naõ se mudáraõ tambem em huma especie de carvaõ? E he possivel que menor calor que o da incandecencia produza este effeito?

Entre os numerosos factos que se poderiaõ citar para provar que póde existir o mais forte calor, e que existe frequentemente onde se naõ suspeita; o que vou a mencionar me parece hum dos mais claros. Geralmente se imagina, que a intensidade do calor produzido na combustaõ das substancias inflammaveis he menor em hum fogo pequeno, do que em hum grande; mas ha motivos de presumir, que esta opiniaõ he erronea e fundada sobre apparencias illusorias; porque ao menos he certo que a intensidade do calor nas fornalhas de reverberio, taes como as que se empregaõ para fundir os metaes mais duros, existe realmente na fraca chama da mais pequena candeia; e o que parecerá ainda mais extraordinario he que este gráo de calor intenso existe muitas vezes no ár atmospherico, *onde se naõ*

muit *per-*

percebe nenhum signal visivel de calor, como eu demonstrarei.

O ferro parece candente, visto á luz do dia, quando tem chegado á temperatura de 1000 gr, de Far., o latað funde-se na temperatura de 3.807 gr., o cobre na de 4587 gr., a prata na de 4717 gr., o ouro na de 5237 gr., e he certo que o calor deve estar em tal gráo de intensidade que corresponda a 5237 gr. quando se vê fundir o ouro; mas os fios de ouro finos e chatos, os de prata, e os de cobre, que se empregað nos galões, se fundem no mesmo instante, que se expõe á chamma de huma véla: Chegariað a fundir-se estes metaes, tendo-os por alguns segundos acima da chamma da véla *na distancia de mais de huma pollegada da extremidade da chamma*, onde naõ ha vestigios de fogo, nem substancia alguma, que esteja aquecida ao ponto da candecencia, ou vermelhidaõ.

Os importantes principios, que resultaõ destas experiencias devem pôr-nos em guarda contra as opiniões, precipitadamente recebidas, sobre a *intensidade* do calor, que *póde existir* nas particulas solitarias da materia disseminadas em hum dado espaço; ou que podem nadar em algum fluido, onde nem o tacto, nem os thermometros nos anunciað cousa alguma analoga á esta temperatura.

Hum

Hum thermometro naõ póde indicar a *differença da temperatura média dos corpos, ou das particulas de materia, que estaõ em contacto com elle.* Se estiver suspendido no ár, indicará a temperatura média daquellas particulas de ar, *que o tocaõ* fortuitamente; mas naõ póde dar indicaçaõ alguma das temperaturas *relativas* destas particulas de ar.

Se durante hum frio rigoroso se suspendesse o thermometro ao pé de huma véla acceza, ou se puzesse por cima da chamma, ainda que na distansia de alguns pés, como o ar he naõ conductor do calor, naõ ha a menor duvida de que algumas particulas do ár solitarias, aquecidas pela luz ao gráo necessario para fundir o ouro, naõ fossem tocar o thermometro; mas nem este instrumento, nem a maõ que o puzesse nesse lugar poderiaõ indicar este facto.

Parece do que temos dito, que póde existir grande quantidade de calor, ainda na fórma de *calor sensivel*, em partes onde a sua presença naõ se póde descubrir nem supôr: e parece igualmente provavel, que em muitos casos, em que a sua existencia póde escapar ás nossas observações, ella he comtudo capaz de produzir effeitos visiveis: pelo que assento, que nos deveriamos muito guardar, quando se trata de explicar a causa de ef-

effeitos analogos áquelles que se sabe serem produzidos pelo calor; para que nunca, sem razões mui sufficientes, os attribuamos á acçaõ de alguma outra potencia desconhecida. Esta precauçaõ me parece peculiarmente necessaria, quando se tratar de effeitos produzidos em differentes corpos pela acçaõ dos raios solares.

Se estes raios concentrados no foco de hum vidro lenticular cahindo sobre hum pedaço de madeira mudaõ-lhe subitamente a côr em negro, e o reduzem a carvaõ; porque naõ concluiremos nós, que a mudança da côr produzida gradualmente, ou mais de vagar sobre a mesma especie de madeira, quando está simplesmente exposta aos raios do sol, heo resultado de huma acçaõ do mesmo genero?

A differença do tempo necessario para produzir, em ambos os casos, effeitos semelhantes, naõ he a próva de que saõ produzidos pela *mesma maneira*? por que se isto naõ tem lugar senaõ por hum effeito da acçaõ do calor (como eu supponho) entaõ os effeitos produzidos em hum tempo dado naõ estaraõ na razaõ da densidade da luz, ou na razaõ do numero dos raios; mas sim na razaõ desta parte do calor produzido, que naõ sendo immediatamente disperso, ou lavado pelo

ar,

ár, tem tempo de produzir sobre a madeira a acçaõ que lhe he propria: consequentemente ella deve ser incomparavelmente maior, quando os raios do sol estaõ concentrados, do que quando o naõ estaõ.

A *lua cornea* exposta a acçaõ da luz muda de côr; e porque naõ attribuiriamos esta mudança á expulsaõ do oxygenio, que está unido ao metal, pela acçaõ do calor produzido pela luz? Para prevenir todas as objecções, que se podiaõ pôr á explicaçaõ deste phenomeno, he bastante admittir (o que he assás conhecido) que este exidemetallico se póde reduzir sem addicçaõ, *com certo gráo de calor*, e que esta substancia he hum máo conductor do calor.

A admissaõ da hypotese relativa á intensidade do calor, que se suppõe produzido logo que a luz he interceptada; e da hypotese sobre a potencia naõ conductora dos fluidos relativamente ao calor, nos põe em estado de explicar, mais satisfactoriamente do que até aqui se tem feito, os effeitos dos raios do sol no branqueamento dos pannos, quando estes se expõe molhados á acçaõ directa dos seus raios; bem como a reducçaõ dos oxides metállicos. Igualmente nos indica a causa da producçaõ do ar puro nas excellentes experiencias do Doutor Ingenhouse, as

folhas dos vegetaes vivos, expostas na agua á acçaõ dos raios do sol.

M. Senebier provou, que a materia corada das folhas verdes dos vegetaes viventes, a qual he susceptivel de ser extrahida pelo espirito de vinho, e que dá huma excellente côr verde, se destroe, ou se muda, em huma côr escura çuja, se a materia corante se expõe aos raios directos do sol ardente por alguns minutos (em huma garafa transparente) em contacto com *o ar puro*. Mas porque se naõ ha de considerar esta mudança como huma combustaõ real?

Para que esta experiencia produza o desejado effeito, he necessario naõ só o calor adquirido pelo liquido, o qual he muito consideravel, segundo colligi da repetiçaõ das experiencias; mas tambem he precisa a concorrencia do ar puro; donde parece, que ha necessidade de existirem neste processo algumas cousas analogas á combustaõ.

Se os liquidos saõ naõ conductores do calor, devem certamente ser, neste ponto de vista, muito proprios para encerrar o calor; e consequentemente para accelerar os effeitos do calor produzido pela luz, ou por outro qualquer meio, nas suas particulas integrantes, ou nas particulas infinitamente pequenas e solitarias, despegadas de outros corpos, e

que

que se achaõ dispersas pelo liquido, ou que nelle se achaõ em dissoluçaõ, como varias vezes tive já occasiaõ de notar.

Admittindo-se esta supposiçaõ, se desvanecerá huma grande difficuldade, que se oppunha á explicaçaõ das soluções chimicas, na hypotese, que a mudança de fórma do estado de solido para o estado de fluido seja sempre verdadeira fusaõ, ou que ella seja effeituada pela simples acçaõ do calor, e que a concresçaõ ou cristallizaçaõ seja hum processo analogo em todo o sentido á congelaçaõ.

As substancias, que estaõ ao capto dos nossos sentidos, tem só tres maneiras de existir, que vem a ser; o estado *solido*, o estado *liquido*, e o estado *elastico*, ou *gazozo*: e he certo que todas as substancias, que nos saõ conhecidas; e que todas as materias susceptiveis de serem pezadas podem existir alternativamente, e indifferentemente debaixo destas differentes apparencias; e que a fórma em que estas substancias se mostraõ em hum certo e dado tempo, depende da temperatura que tem a esse tempo.

Sabemos igualmente; que toda a substancia identica padece estas differentes mudanças de estado, em certas e determinadas temperaturas; e examinando esta materia com attençaõ se acha, que, se as temperaturas

naõ houvessem sido determinadas, e se naõ fossem differentes nos differentes corpos, seria absolutamente impossivel identificar substancia alguma.

He talvez a unica differença essensial, que existe realmente, entre os corpos que nos parecem ser de differentissima natureza.

Porém esta differença naõ consiste só nos gráos de calor, ou no ponto da escala thermometrica, em que os differentes corpos mudaõ a fórma; mas tambem na *extensaõ da variaçaõ de temperatura*, que os corpos podem passar, e em que podem continuar mantendo o seu estado médio; que he o de fluidez, ou talvez o de liquidez: esta extensaõ, he differentissima nos differentes corpos, e tem influencias maravilhosas sobre a variedade de composições, e de decomposições, que continuamente acontecem sobre a face do globo nas differentes operações da natureza.

Outra circunstuncia que produz tambem muitos effeitos he a uniaõ que tem lugar entre dous corpos de differentes especies, e as importantes mudanças relativas ao gráo de calor, que os corpos unidos podem supportar sem que as suas fórmas sejaõ alteradas; mudanças, que resultaõ da uniaõ destes corpos.

Talvez tenhamos algumas idéas mais distinctas da natureza das operações mecanicas, que

que acontecem nos processos chimicos, se ajuntar-mos as leis, já descubertas, que a natureza segue na mudança da fórma das substancias, que nos parecem *simples*, estas leis, que se observaõ na mudança de fórma dos corpos, que se conhecem por compostos. Chamo a estas operaçôes mecanicas seguindo a estreita interpretaçaõ deste termo.

Mas a hypotese da existencia de grande calor, no meio dos liquidos frios, he taõ nova, e parece taõ contraria ao resultado de todas as nossas experiencias, e das nossas observaçôes, que conheço ser necessario tomar algum trabalho para esclarecer esta materia.

Primeiramente naõ devemos esperar achar sempre rastos desta intensidade de calor, ainda havendo graves razões de presumir, que tenha realmente existido; porque sempre que o calor he desparzido, ou levado, antes que tenha tido tempo de produzir mudanças de fórma, ou combinaçôes chimicas nos corpos a que he communicado, naõ deixa rastos alguns apôs de si.

Os fechos nas armas de fogo falhaõ muitas vezes, ainda havendo cahido faiscas acezas dentro do fogaõ, e sobre a escorva; mas ninguem pretenderá, que as particulas de aço candente, ou vermelho em braza, que cahem sobre os grãos de polvora, e se esfriaõ estando

do em contacto com ella, naõ estejaõ excessivamente quentes, e incomparavelmente mais do que seria necessario para inflamar a polvora, se o seu calor durasse quanto era bastante para produzir este effeito. Se as pequenas faiscas fossem invisiveis, probabilissimamente se naõ suspeitaria que ellas pudessem ter existido; e o facto, cuja realidade ellas demonstraõ, se teria supposto incrivel.

Para que a polvora possa ser inflamada he necessario que o enxofre, que fórma huma das suas partes constituentes, seja primeiramente *derretido*, e ao depois chegue ao estado de *fervente*; porque he o vapor do enxofre fervente quem toma sempre o fogo, quando a polvora se inflama.

Se o enxofre derretido fosse hum conductor do calor, poder-se-hia pensar, que a polvora naõ seria taõ susceptivel de inflamar-se como ella na realidade he.

As pessoas que naõ estiverem acostumadas a reflectir sobre a materia de que tratamos poderáõ achar difficuldade em conceber como he possivel que se possa excitar hum calor excessivo, ou que tal calor possa existir no meio da massa de liquidos frios, como he por exemplo a agua, sem produzir immediatamente effeitos visiveis: pelo que me supponho obrigado a esclarecer esta materia amplamente,

te, e demonstrar, que a minha supposiçaõ de probabilidade recahe em cousa, que nada menos he que impossivel.

A melhor maneira de proceder em explorações deste genero, cujo objecto principal he, descubrir se he ou naõ possivel hum acontecimento, que se suppõe, o qual por sua natureza está além do alcance dos nossos sentidos, me parece que deve ser principiando por suppôr, que o facto existe na realidade, e ao depois procurar as suas consequencias necessarias, e comparallas com as apparencias, que verdadeiramente existíraõ.

Seguindo este methodo supporemos, que certa quantidade de agua pura na temperatura média da atmosphera, em Inglaterra, (55 gr. th. de Farenheit) foi posta em hum copo de pé bem transparente, e exposta n' huma janella aos raios directos do sol; se tanto o vidro, como a agua forem *perfeitamente transparentes*, he evidente, que o effeito dos raios do sol naõ produzirá calor algum em nenhum destes corpos.

Suppondo-se agora, que huma pequena particula de hum corpo solido e opaco se achava nadando nesta agua, que havia no copo, os raios de luz, que o tocassem, seriaõ por elle absorvidos, produzindo consequentemente calor ao momento em que fossem demorados. He

este hum facto incontestavel, que ninguem póde contradizer.

Para que esta experiencia imaginaria seja mais interessante, supporemos, que o corpo solido que se acha na agua, he huma pequena particula de ambar amarello, e que a sua gravidade especifica he taõ exactamente igual á gravidade especifica da agua, que naõ tem a menor tendencia para subir, ou descer no fluido, e que por consequencia fica por si suspendida na situaçaõ, em que a deixáraõ. Supporemos mais, que esta particula solida de ambar he de figura quasi espherica, e tem de diametro $\frac{1}{1500}$ de pollegada; isto he, que tem o diametro do fio de seda mais delicado, tal qual o produz o bicho da seda; o que he provavelmente hum dos mais pequenos objectos, que os olhos podem perceber sem os soccorros da arte.

Sendo evidente, que deve haver nesta pequena particula de ambar, calor produzido ou excitado pela luz, que ella demora, ou absorve; só nos resta para discutir, e examinar, qual he a intensidade desse calor ao momento da sua existencia; e quaes saõ os effeitos, que ella deve produzir em consequencia desta sua intensidade.

Já tenho allegado as razões, que nos podiaõ fazer crer, que quando o calor he produ-

duzido pelos raios de luz, a sua intensidade no lugar em que *he produzido*, e antes que se tenha diminuido pela dispersaõ, he sempre o mesmo; e suppondo que este facto existe, tentaremos descrever os effeitos deste calor produzido na particula de ambar, na experiencia de que tratamos; este calor he extremo na sua intensidade, ou no seu gráo, mas muito pequeno quanto á sua quantidade, e quanto ao espaço que occupa.

Este calor deve existir primeiramente no lugar onde foi produzido, donde se segue que se deve manifestar na superficie da particula de ambar; e como todos os corpos solidos saõ mais ou menos conductores do calor; huma parte deste calor penetrará a substancia da particula solida, entretanto que outra parte será levada pelas particulas de agua fria, que estaõ em contacto com a superficie do corpo aquecido pela luz.

Temos por tanto para determinar quaes saõ os effeitos que deve necessariamente produzir este calor assim absorvido, de huma parte pela particula solida de ambar; e de ourra pelas particulas do fluido ambiente. Em primeiro lugar, se a dispersaõ do calor por estes dous meios deve ser sufficientemente rapida para prevenir a sua accumulaçaõ a gráo taõ elevado que derreta o ambar, he evidente

que se naõ produzirá nesta substancia nenhum dos effeitos visiveis, que podem fazer descubrir a sua existencia, e o derretimento do ambar dependerá de tres circunstancias; primeiramente da temperatura em que o ambar se póde liquidar; e em segundo lugar da facilidade, com que o calor se estende e desparze pela massa solida desta substancia; ou, em outros termos, da sua faculdade conductora; e em terceiro lugar da rapidez com que o calor produzido na superficie do ambar he levado pelo fluido frio, em que se acha mergulhado.

Com quanto naõ acho razaõ de me admirar de que o ambar se naõ derretesse nas circunstancias acima ditas, ainda admittindo a existencia do calor excessivo que se suppõe; parece-me com tudo ser mui provavel, que se o ambar fosse reduzido a pó finissimo e misturado com azeite transparente capaz de supportar grande gráo de calor sem ficar reduzido a vapores; sendo assim exposto aos raios do sol ardente o ambar chegaria a derreter-se e dissolver-se posto que mui lentamente.

Porém naõ se fundindo o ambar quando está mettido na agua exposto aos raios do sol, nem soffrendo mudança alguma vizivel, capaz de fazer descubrir a existencia do calor que se suppõe haver sido produzido pela luz na

sua

sua superficie; parece que este calor a ser taõ forte, como se suppõe, deveria produzir na agua effeitos visiveis que fizessem descubrir a sua existencia?

Para responder a esta difficuldade he necessario examinar, que effeitos visiveis poderia produzir na agua o calor de que se trata. Se nos suppozermos que a agua se naõ decompõe por este calor, o que naõ póde acontecer visto que o ambar naõ soffreo alteraçaõ alguma chimica; o unico effeito que este calor poderia produzir na agua seria o augmento de temperatura, augmento que deve ser muito inconsideravel para que possa ser descuberto, quer pelo tacto, quer pelo thermometro.

Poderia talvez esperar-se que se produziria *vapor* na superficie aquecida da particula de ambar, e que este vapor seria visivel; mas hum momento de reflexaõ mostrará que este acontecimento he impossivel; porque ainda suppondo (o que naõ he provavel) que as mesmas particulas individuaes de agua, que se achaõ em contacto com a superficie aquecida do ambar, devessem ficar paradas até que a sua temperatura se elevasse gradualmente ao termo em que a agua se muda em vapor; mesmo neste caso, vista a extrema promptidaõ com que o vapor se condensa, quando está em

contacto com a agua fria, he evidente que este vapor naõ poderia existir hum instante em taes circunstancias.

Além disto temos provas reaes de que o vapor naõ póde existir em semelhantes casos, pelo que acontece quando os ferreiros mergulhaõ repentinamente na agua fria grandes massas de ferro, e aço candente, em ordem a dar-lhe a tempera que se costuma aos instrumentos de ferro; porque se observa que estas massas de ferro candente ficaõ em contacto com a agua fria; e se huma parte da agua, que he decomposta pelo ferro quente, naõ se evolatilizasse em fórma de ar inflamavel, provavelmente naõ haveria apparencia alguma visivel que pudesse fazer suspeitar a formaçaõ de vapor.

Por este exemplo se vê, como he possivel, que o calor intenso existe no meio de huma massa de agua fria, ou de outro qualquer liquido transparente, sem produzir effeito algum visivel, e sem deixar rastos que possaõ fazer conhecer a sua existencia.

Examinemos agora hum caso, em que este calor intenso, ainda que absolutamente imperceptivel em razaõ da extrema pequenhez das particulas de materia em que elle existe, he susceptivel de produzir effeitos visiveis.

Supponhamos que huma soluçaõ nitro-mu-

ria-

riatica de ouro, em agua, era exposta á acçaõ dos raios do sol; se esta soluçaõ fosse perfeitamente transparente, a luz naõ produziria nella algum calor; mas naõ sendo isto assim, os raios de luz obraráõ nas particulas opacas (do oxide de ouro) porque saõ demoradas, produzindo nellas calor, no seu maior gráo de intensidade. E sendo o ouro huma substancia mui pezada, he evidente, que se deve reduzir a particulas pequenissimas, para que mudado em oxide, pela sua uniaõ com o oxigenio, possa ser dissolvido na agua e continuar a ficar nella suspendido; pois he evidente que quanto mais pequenas forem as particulas solitarias da materia, em cuja superficie se produz o calor pela absorçaõ da luz, tanto mais rapidamente se distribuirá o calor, assim produzido, por toda a substancia da particula; e consequentemente deverá esta particula aquecer-se com mais igualdade e mais intensamente. Donde parece evidente, que se as particulas do oxide desparzidas pela agua *forem por isto assás extenuadas*, o calor que os raios do sol deve produzir, será bastante para expulsar o oxigenio unido com o ouro, e vivificar este metal.

Poder-se-ha sem duvida levantar aqui huma forte objecçaõ contra a conclusaõ que acabei de deduzir; mas facilmente lhe res-

responderei. A particula do oxide metallico, que se suppõe aquecida, está em contacto com a agua, por tanto como he possivel que grande quantidade do calor que ella tem naõ passe para o fluido frio? Poderia responder, que porque tanto a agua como o vapor, saõ naõ conductores do calor; e para apoiar esta explicaçaõ, poderia acrescentar hum facto bem conhecido, e he, que deixando-se cahir huma gota de agua sobre hum ferro quente, mas naõ candente, esta gota de agua fica sobre o ferro sem evaporaçaõ; e muito mais tempo do que se o ferro estivesse menos quente; mas huma circunstancia, que acompanha a grande experiencia do ferro ardente no gaz oxigenio, subministra huma prova directa do facto de que se trata.

Eis-aqui como se faz ordinariamente esta experiencia; introduz-se certa porçaõ de fio de arame, de algumas pollegadas de comprimento, em huma garrafa de bocca estreita cheia de gaz oxigenio; affirmando-se o fio de arame no seu lugar com huma rolha de cortiça, que o fio atravessa, e que arrolha a bocca da garrafa: a extremidade do fio de arame he aguçada, e sendo aquecida, chegando-se á chama de huma véla de modo que fique candente, se mergulha subitamente o arame na garrafa, em quanto está ainda vermelho: a com-

combustaõ principia no momento em que o fio de arame entra o gaz oxigenio, e o metal continua a arder com a maior violencia: desenvolve-se grande quantidade de luz clara, e branca, até que se consome absolutamente o fio de arame, ou o gaz que existe na garrafa: o todo desta experiencia offerece hum dos mais brilhantes espectaculos, e ao mesmo tempo hum dos mais interessantes que se podem imaginar.

O resultado desta combustaõ he a oxigenaçaõ do ferro, e este oxide metallico, em estado de fusaõ, e aquecido, cahe no fundo da garrafa em fórma de globulos de differentes grandezas.

Para defender o vidro da quéda destas gotas de ferro calcinado, e em fusaõ, se costuma deixar na garrafa alguma porçaõ de agua fria; assás, por exemplo, para cobrir o fundo da garrafa até á altura de huma pollegada: mas tenho visto frequentemente grande numero destes globulos mais pequenos que lentilhas, naõ sómente descerem vermelhos permeiando a agua, mas ficarem vermelhos no fundo da garrafa por alguns segundos, naõ obstante estarem cercados de agua: estes globulos chegavaõ a fazer derreter o vidro sobre que pousavaõ, sem que eu pudesse observar nenhuma apparencia de vapor.

A agua naõ podia ser decomposta, porque o ferro estava já saturado de oxigenio.

Esta experiencia provará, penso eu, que de maneira incontestavel, que póde existir calor excessivo, ao menos por algum tempo, em huma particula de materia, ainda que esta esteja cercada por hum fluido frio.

Como quer que se tenha visto pela experiencia, que quando alguma soluçaõ nitro-muriatica de ouro na agua está exposta á acçaõ dos raios do sol, o ouro se revivifica, e sendo conhecido que hum oxide de ouro póde ser revificado pela via secca sem addicçaõ, ou simplesmente pela acçaõ de hum calor forte; porque naõ concluiremos nós que he simplesmente pelo calor que o metal se reduz, neste caso, e que a intensidade do calor que opéra esta desoxigenaçaõ he precisamente a mesma em ambos os casos?

Se admittirmos esta supposiçaõ, poderemos adiantar mais hum passo, considerando a natureza e progresso das operações mechanicas, que acontecem na desoxigenaçaõ dos metaes, ou a sua precipitaçaõ em huma soluçaõ dos seus oxides, quando esta operaçaõ he effeituada pelo calor produzido, naõ pela luz, mas sim pelo contacto ou uniaõ das particulas infinitamente pequenas dos corpos de especies differentes, ou dispostas a produzir e receber

o

o calor sensivel na sua reuniaõ; as quaes particulas, estando desparzidas na soluçaõ liquida e na substancia, que se lhe ajunta para operar a precipitaçaõ, saõ levadas ao contacto pela mesma mistura.

Este exame nos levaria naturalmente ao outro do phenomeno da soluçaõ; e obtendo-se delle huma noçaõ distincta, se alcançaria o perfeito conhecimento destas operações mechanicas, porque se podem effeituar certas tendencias á uniaõ, que se tem designado pelo nome de *attracçaõ electiva*.

Mas quaõ difficil empreza he esta! Que estudo profundo! E que esforços sobrenaturaes de imaginaçaõ naõ saõ necessarios para alcançar, e expôr com clareza huma serie de acontecimentos absolutamente imperceptiveis pelos nossos sentidos, ainda que ajudados com os soccorros da arte?

Conhecendo a minha fraqueza, naõ me attrevo a passar a diante. Talvez se ache que me tenho já adiantado demasiado; mas devo confessar francamente, que, no caso presente, a minha temeridade tinha seu fim particular.

Dous meios podem obrigar aos Philosophos e outros homens a fazerem descobertas, e a dirigir-se ardentemente para a carreira

das explorações: podem ser *convidados* a isso, ou podem ser *provocados*.

O Leitor perceberá facilmente que procurei empregar ambos estes methodos: conheço o perigo que acompanha o ultimo; mas a paixaõ que tenho pelas explorações, minhas favoritas, me faz muitas vezes ultrapassar os limites que a prudencia deveria fixar ás minhas excursões.

CA-

CAPITULO VII.

Relaçaõ de varias experiencias diversificadas. Os thermometros de reservatorio cylindrico podem servir para mostrar, que os liquidos saõ naõ conductores do calor. A agua nevada póde ser aquecida e ferver na superficie do gelo. Notaveis circunstancias que acompanhaõ a fusaõ do gelo, do cebo, e da cera, por meio do calor radiante projectado de cima para baixo por huma balla ardente. Excellentes crystaes de sal marinho formado pela salmoura, que repousa sobre mercurio. O azeite de azeitona perde logo a sua côr sendo exposto ao ar, e nadando sobre a salmoura. Tentativa para fazer descer pelo azeite o calor radiante de huma balla ardente. Experiencia sobre a atmosphera artificial, na qual o calor produzio correntes horisontaes. Conjecturas sobre a causa proxima dos ventos.

COm quanto este Ensaio pãsse já os limites que lhe havia prescripto, e até exceda os termos ordinarios das obras deste genero, pois

bem sabido he, que se reputaõ incommodos os livros volumosos, nem por isso me pareceo, que o devia acabar sem lhe accrescentar mais hum capitulo. O Leitor neste achará a relaçaõ de algumas experiencias, que espero lhe pareceráõ interessantes. E para lhe naõ tomar o precioso tempo, serei conciso na minha narraçaõ, e deixarei ordinariamente ao Leitor o prazer de tirar as suas conclusões, á vista dos resultados das experiencias que lhe apresento.

§. I.

Relaçaõ de varias experiencias simplicissimas que provaõ que o calor nos fluidos naõ desce.

Se tomarmos hum thermometro, cujo reservatorio seja hum tubo cylindrico, comprido e estreito, tendo, por exemplo, seis pollegadas de comprimento, e meia pollegada de diametro, cheio este thermometro de mercurio, azeite, espirito de vinho, ou de outro qualquer fluido thermometrico, estando o termometro na temperatura do ar no veraõ, ou em outra qualquer temperatura superior ou ponto de congelaçaõ, mergulhada a parte inferior do thermometro, ou ametade do seu reservatorio, em hum copo de pé cheio até ás bordas de agua e pedaços de gelo, acha-

re-

remos, que a altura do fluido no tubo do instrumento mostra, que ametade do fluido no reservatorio está na temperatura da neve, entretanto que a temperatura da outra metade se naõ altera.

Teremos tambem o mesmo resultado, se para acautelar a communicaçaõ do calor proveniente do ar, durante o curso da experiencia, cobrirmos ametade do reservatorio fóra do copo com duas capas de algodaõ.

E mergulhando-se mais ou menos profundamente na agua de neve o reservatorio do thermometro, a altura do liquido no tubo do instrumento designará, que só se resfria a porçaõ de liquido thermometrico contida na parte do reservatorio que se acha mergulhada na agua nevada.

§. II.

A agua nevada que repousa sobre a neve póde ser aquecida e elevada a ebuliçaõ sem derreter a neve; facto contrario á opiniaõ que até ao presente prevalecia.

Tome-se hum tubo de vidro delgado, cujo diametro seja de huma pollegada, e que tenha de comprimento obra de dez pollegadas, tendo dentro duas ou tres pollegadas de agua; mer-

mergulhando a extremidade deste tubo na mistura de gelo espedaçado e sal marinho se fará gelar a agua que está dentro do tubo, e sobre esta neve se deitavaõ tres ou quatro pollegadas de agua nevada; depois cobrindo a parte inferior do tubo com hum pedaço de felanella se pegará no mesmo tubo por esta parte coberta, inclinando-o na direcçaõ de hum angulo de 45 gr.; appresente-se entaõ na parte do tubo que contém a agua fluida a chama de huma véla, na distancia de duas ou tres pollegadas, principiando pela superficie da agua; quando a agua nesta parte do tubo começar a ferver se chegará brandamente a chama para traz, tendo cuidado de acautelar que a applicaçaõ de calor naõ seja demasiado prompta: toda a agua contida no tubo até hum quarto de pollegada distante da neve será elevada á mais violenta ebuliçaõ, antes que a neve comece a derreter-se; e ultimamente ver-se-ha ferver a agua na superficie da mesma neve.

§. III.

§. III.

O calor radiante de huma balla candente naõ póde penetrar de cima para baixo em huma massa de agua liquida, nem no sebo derretido, nem na cera derretida.

Primeira experiencia. Posto hum pequeno thermometro de mercurio, com a sua bola livre, em posiçaõ horisontal, sobre duas prominencias de cera collocadas no fundo de hum prato covo, de maneira que a escala do thermometro, e por consequencia a altura do mercurio se podia observar, deitei agua fria no prato até chegar á altura de huma pollegada por cima da bola do thermometro: appresentei entaõ ao instrumento huma balla de ferro, cujo diametro seria de pollegada emeia, a qual balla estava candente, e eu segurava com certa torquez propria para esse fim, e a tive direitamente sobre o globo na distancia de huma pollegada.

O thermometro dèo apenas signaes de sensibilidade á approximaçaõ do ferro candente.

Repetindo a experiencia, com a mudança de cobrir o thermometro com azeite em vez de agua, tive, com pouca differença, o mesmo resultado; porém se expunha a balla ao thermometro estando este descoberto, isto

to he, naõ tendo liquido por cima de si que o abrigasse dos raios que emanavaõ do ferro, entaõ se lhe communicava o calor rapidamente: porém as duas experiencias seguintes foraõ ainda mais decisivas, e deraõ mais cabal satisfacçaõ.

Segunda experiencia. Tomei hum prato de barro concavo de tres pollegadas de profundidade, e doze no seu maior diametro; e enchendo-o de agua o puz, durante o rigor do inverno, em huma casa fria: gelou-se a agua, e formou na superficie huma camada de gelo de huma pollegada de grossura: deixei o prato em lugar que o gelo ficasse perfeitamente horisontal, o que era necessario para o bom exito da experiencia, como ao depois veremos: fui entaõ aonde a neve estava com hum fogareiro cheio de brazas ardentes onde estava a balla já candente, e pegando na balla com a tenaz a puz suspendida acima do centro da camada de neve horisontal na distancia de $\frac{1}{10}$ de pollegada.

A neve, que ficava immediatamente por baixo da balla candente, derreteo-se logo; mas a profundidade da agua produzida pela fuzaõ, era mui inconsideravel: naõ obstante isso a agua se foi estendendo lentamente do centro para a circunferencia, e por fim formou huma cavidade circular de duas ou tres pollegadas

das de diametro, no centro da neve, mas de pequenissima profundidade.

Este pequeno lago parecia atacar pouco a pouco as paredes de neve, que o cercavaõ por todos os lados.

As particulas de agua em contacto com a neve, sendo especificamente mais leves, e adquirindo a mesma temperatura da neve, tomavaõ o movimento ascendente, deixando o lugar a outras particulas mais quentes, que vinhaõ de cima para baixo a entrar na sua vagante, formavaõ correntes em direcções oppostas para se collocarem entre o centro, onde estava o ferro candente e a circumferencia. Como quer que a corrente na temperatura de 40 gr. devesse necessariamente descer no meio do circulo, esta corrente tocando no meio da excavaçaõ formada na neve devia cavalla gradualmente nesta parte, ainda que mui lentamente: e isto he o que na realidade aconteceo; porque o fundo desta excavaçaõ naõ ficou perfeitamente plano, mas sim com certa profundidade no centro, e nos orredores dos lados.

Experiencia terceira. Para variar a experiencia me servi de hum paõ de sebo chato, em vez da pasta de gelo; e observei hum effeito extraordinario, que me admirou muito ao principio, mas que na realidade he hu-

ma convincente prova que os fluidos saõ naõ-conductores do calor.

O fundo da cavidade circular, formada no paõ de sebo pela parte que se derreteo no curso da experiencia, em vez de ser concavo, como aconteceo com a neve, ou plano como eu esperava, era convexo no centro, elevando-se em fórma de protuberancia, cuja ponta era muito aguçada, e chegada com o vertice quasi á superficie do sebo derretido, naõ obstante que a bala candente lhe ficava o mais perto que era possivel. A extremidade desta prominencia ainda solida naõ distava certamente da bala candente mais de $\frac{1}{10}$ de pollegada.

Reflectindo sobre o inesperado resultado desta experiencia, me achei algum tanto tocado, ou para melhor dizer mortificado, de achar que era impossivel prever com certeza hum acontecimento, por mais inevitavel que elle parecesse, huma vez que se naõ tinha já visto acontecer.

Posto que soubesse muito bem como se deva communicar o calor em semelhantes circunstancias, e que podesse predizer com certeza a direcçaõ das correntes que elle devia occasionar na cera derretida, com tudo os maiores esforços das minhas faculdades intellectuaes, ainda que exercitadas pela muita re-

reflexaõ, naõ me habilitavaõ para prever, que o ponto, a que se communicaria menor calor, havia de ser precisamente aquelle, que se achava mais proximo á bala candente; e muito menos que ficaria huma ponta de sebo por derreter taõ proxima á mesma bala.

Desejaria que este exemplo fizesse ainda mais circunspectas aquellas pessoas que estabelecem calculos sobre resultados de experiencias suppostas, que elles nunca fizeraõ.

Repetindo eu esta experiencia, e usando de hum bolo de cera, em vez do sebo, obtive, com pouca differença, o mesmo resultado; com tudo a protuberancia, que se achou no meio da cavidade circular occupada pela cera derretida, ainda que perfeitamente visivel, era muito mais baixa que aquelloutra formada no paõ de sebo.

§. IV.

Magnificos crystaes de sal marinho, formados pela salmoura que se deitou sobre o mercurio.

Tendo deitada alguma salmoura muito forte sobre hum pouco de mercurio, que tinha em hum copo de pé, o qual estava em certa camara situada em lugar solitario, ob-

servei que no fim de seis mezes se haviaõ formado dous lindos crystaes de sal perfeitamente quadrangulares: hum tinha $\frac{14}{40}$ de pollegada de comprimento, $\frac{11}{40}$ de pollegada de largo e $\frac{5}{40}$ de pollegada de grossura: o outro $\frac{12}{40}$ de pollegada de comprimento, $\frac{10}{40}$ de largo, e $\frac{5}{80}$ de grossura.

Teria o mercurio fluido, sobre que descançava a salmoura, contribuido para a regularidade da forma, e dimensões extraordinarias destes crystaes? Naõ se poderiaõ empregar os mesmos meios para obter os crystaes de outros saes?

§. V.

O azeite de azeitonas, deitado sobre a salmoura, perdeo a sua cor, sendo exposto ao ar.

Deixei por acaso em certa redoma de vidro descoberta, que teria quatro pollegadas de diametro, hum quarto de canada de salmoura, sobre a qual tinha deitado algum azeite com a altura de tres quartos de pollegada: esta mistura foi posta em huma casa solitaria, onde já mais entravaõ os raios do sol: no fim de seis mezes achei que o azeite tinha perdido a sua cor, e que estava taõ transparente como a agua pura. Vi que chegando o in-

inverno este azeite se dispunha mais a congelar-se do que o azeite da mesma especie, que estava na mesma casa, mas em garrafa tapada.

§. VI.

Tentativa infructifera para fazer descer no azeite o calor radiante de huma bala candente.

Lancei em hum copo de pé certa quantidade daquelle azeite que havia perdido a côr: deixei-o gelar no fundo, e lhe apresentei na superficie huma bala candente de pollegada e meia de diametro, tendo-a mui proxima ao azeite até que deixou de estar vermelha. Como quer que o azeite se houvesse condensado com o frio, e tivesse perdido a sua transparencia por effeito do numero de particulas opacas que se haviaõ desparzido pela sua massa, de maneira que naõ parecia estar gelado no fundo, julguei que se fosse possivel ao calor radiante descer em hum fluido qualquer, desceria tambem neste; e no caso de assim acontecer estava certo poder descobrir a maneira, porque o azeite houvesse de recobrar a sua transparencia; porque se o calor radiante podesse descer, a forma da massa de azeite, que tivesse recobrado a

sua

sua primeira transparencia seria necessariamente hemispherica, ou huma secçaõ de esphera; pelo menos teria huma figura convexa. Mas a parte inferior desta porçaõ de azeite, que na experiencia recobrou a sua transparencia, me pareceo taõ plana e taõ horisontal, como a sua superficie superior: o que próva que o calor que havia feito derreter o azeite gelado naõ lhe tinha sido communicado pela bala candente, mas mediatamente pelo calor absorvido, ou produzido nas paredes do corpo de pé: esta experiencia me parece importante em muitos respeitos; mas he contrario á minha intençaõ fazer por agora outras explorações em diversas materias com que ella tem intimas relações.

Creio que naõ devo findar este Ensaio sem referir huma experiencia, cujo resultado naõ sómente me foi inesperado, mas o achei interessantissimo. Tinha eu posto accidentalmente a huma janella o pequeno instrumento que havia feito para tornar visiveis os movimentos internos da agua, quando o calor se propaga neste fluido (1), e como fazia frio, e a casa estava aquecida com hum fogaõ, a parte do instrumento que ficava voltada para

a

(1) Veja-se a descripçaõ deste instrumento no cap. II. deste Ensaio.

a janella, e por consequencia exposta á corrente de ar frio, ao mesmo tempo que o instrumento recebia continuamente calor pelo outro lado, que estava voltado para dentro da casa, o liquido contido no instrumento se poz em movimento continuo, offerecendo hum espectaculo mui curioso.

Sem outro fim que o de divertir-me, buscando huma creaçaõ agradavel a quem me viesse procurar, e de nenhuma maneira pensando em fazer descobertas novas, imaginei e mandei fazer o parato, que vou á descrever na convicçaõ de que poderia fazer os movimentos perpetuos, e fazellos ver mui claramente.

Fiz preparar certa caixa mui chata composta de duas laminas iguaes, tendo cada huma treze pollegadas de altura e dez pollegadas e meia de largo: era feita de vidro branco com caixilhos de cobre, de maneira que estas duas laminas parallelas entre si estavaõ distantes hum do outro obra de huma pollegada; no meio da parte superior do quadro havia certa abertura circular de meia pollegada de diametro, onde se havia soldado hum pequeno tubo cylindrico de meia pollegada de comprido; e outro semelhante tubo se poz na parte inferior. O primeiro destes tubos servia para introduzir na caixa o liquido com

que

que se queria encher; e o segundo para esgotar o mesmo liquido: ambas estas aberturas tinhaõ suas rolhas de cortiça. Em ambos os lados do quadro se fizeraõ rebaixes profundos, em que se deviaõ introduzir laminas de vidro, guarnecendo-se as fendas com betume para vedar sufficientemente a agua. Pela parte exterior do quadro havia azas de cobre, que serviaõ para segurar a caixa a hum dos caixilhos da vidraça da minha camara, a que eu tinha feito tirar hum vidro para metter esta caixa na sua vagante. Esta vidraça ficava exposta ao Sueste, e por consequencia apanhava sol durante huma parte do dia.

Provi-me com sufficiente quantidade de soluçaõ salina da mesma especie da outra que me tinha servido no instrumento, que já descrevi, e que fora feito para distinguir os movimentos interiores dos fluidos; e nesta soluçaõ salina misturei bastante quantidade de ambar amarello pulverizado; e com esta mistura enchi quasi ametade da caixa; mas sendo o ar da casa muito mais quente do que o ar exterior, esperava eu, que os movimentos do liquido occasionados pela passagem do calor principiariaõ immediatamente.

Com effeito assim aconteceo; mas qual foi a minha admiraçaõ quando observei que as correntes, em vez de seguir, como eu espe-

perava, a direcçaõ vertical, eraõ dirigidas horisontalmente humas em direcçaõ opposta ás outras, e humas por cima das outras; pareciaõ como ventos regulares, que se levantavaõ nas differentes regiões desta atmosphera artificial, reinando por muito tempo, e com muita regularidade; entretanto que as particulas de ambar se encontravaõ de vez em quando, produzindo variações e nuvens mui bizarras, que formavaõ ao todo hum espectaculo verdadeiramente encantador. Nem eu poderia descrever o prazer que senti, contemplando estes interessantes phenomenos.

No enthusiasmo, em que me achava, parecia-me que a Natureza tinha por hum momento descortinado os véos que se escondem aos olhos dos fracos mortaes, as suas operações mais secretas e interessantes, deixando-me ver o mecanismo que produz os ventos e tempestades na atmosphera.

Para que esta scena fosse de todo encantadora, e que até tivesse alguma cousa de feiticeria só lhe faltava ver reluzir os relampagos, em miniatura, no meio destas pequenas nuvens, as quaes eraõ algumas vezes taõ densas, e tinhaõ tal apparencia de ameaçar tempestade, que se isto realmente acontecesse naõ augmentaria a minha admiraçaõ, nem o arrebatamento em que me achava.

Muitas circunstancias accidentaes contribuiriaõ ainda mais para fazer esta experiencia mais interessante. O sol estava claro, e lançava os seus raios sobre a janella e apparato que nella estava; e como as fendas ou rebaixes do caixilho, que servia de bordas ás laminas, eraõ muito delgados, e a parte do quadro que formava o estreito fundo desta caixa ficava exposta aos raios do sol, produziaõ estes nessa parte huma grande quantidade de calor; o que era facil de perceber pelos movimentos das particulas de ambar pulverizado que estavaõ no fundo da caixa, ou que as correntes para lá encaminhavaõ.

Assim que as particulas aquecidas pelos raios do sol se principiavaõ a mover, tomavaõ a direcçaõ vertical; mas antes de chegar a certa altura as correntes inferiores lhe faziaõ tomar a direcçaõ obliqua e quasi horisontal. Este effeito representava os ventos que acontecem na atmosphera junto á superficie da terra.

A direcçaõ vertical destas particulas, e a direcçaõ que esta ao depois soffria, me fazia ao depois lembrar hum facto, que havia observado em paizes quentes, e que me tinhaõ servido de divertimento na minha mocidade. Estando o tempo quente e secco, e que por naõ haver vento o sol tivesse grande acçaõ,

pa-

parecia muitas vezes o ar próximo á terra agitado com muita violencia, com pouca differença do mesmo modo que hum liquido fervente: este movimento, muito rapido na superficie da terra, parecia cessar na altura de 5 ou 6 pés acima do chaõ.

Esta agitaçaõ violenta naõ seria occasionada pelo conflicto entre o ar quente, e o outro comparativamente mais frio, que se moviaõ verticalmente em direcções oppostas junto á superficie da terra? E naõ se poderia suppor que os ventos, que reinaõ nas regiões superiores, devaõ a sua origem aos effeitos das camadas de ar que tendem a descer ou a subir obliquamente?

As correntes que aconteciaõ na minha atmosphera artificial nunca eraõ perfeitamente horisontaes: e se as minhas conjecturas sobre a causa dos ventos saõ bem fundadas, as correntes de ar, que reinaõ nas regiões superiores da atmosphera da terra, naõ podem tambem ser horisontaes, ainda que tal se nos figure ser a sua direcçaõ. A maior velocidade das correntes do liquor salino empregado nesta experiencia era de quasi duas pollegadas por minuto, mas os seus movimentos eraõ de ordinario muito mais lentos.

Como eraõ dobres as vidraças da camara, onde fiz esta experiencia, porque assim o saõ

todas as outras das casas em que habito, quer de inverno, quer de veraõ; e como o apparato que acabo de descrever occupa o lugar de hum dos vidros da vidraça interior, ficava-me facil, abrindo a vidraça interior ou a exterior, regular á minha vontade o calor de ambos os lados da caixa, e a differente disposiçaõ com que variava o calor da caixa, no decurso da experiencia, occasionava muitos phenomenos interessantes.

Reparei particularmente em hum effeito que me pareceo mui regular em todos os dias por mais de tres semanas em que me occupei com esta experiencia (1). As nuvens eraõ impellidas todo o dia no liquido por differentes correntes, que muitas vezes chegavaõ ao numero de sete, ou oito ao mesmo tempo, tomando direcções oppostas; mas á noite todas estas nuvens se ajuntavaõ em grandes massas, e algumas vezes formando huma só camada, outras vezes duas, ou tres camadas em differentes alturas, onde, ao que parecia, ficavaõ sem movimento durante o inverno.

Naõ póde haver duvida sobre a causa immediata deste phenomeno: deve-se esta achar na diminuiçaõ ou cessaçaõ total das causas, que

(1) No fim deste tempo hum criado desasado me buebron a caixa, indo a fechar a vidraça.

que produziaõ a desigualdade de temperatura no liquido: seria curiosissimo procurar as causas remotas, e ver até que ponto a *luz*, ou a privaçaõ da luz poderiaõ contribuir para isto; porém esta discussaõ me levaria a mui particulares explorações sobre o calor radiante, obrigando-me a gastar nisso mais tempo do que eu posso agora empregar nessa materia.

Naõ desejo findar a descripçaõ desta experiencia, sem dar ao Leitor huma relaçaõ fiel de tudo quanto me lembra, que lhe diz respeito, e particularmente de huma circunstancia accidental, a qual provavelmente teve a sua parte na producçaõ dos interessantes phenomenos, que captiváraõ a minha attençaõ.

O liquor salino e ambar pulverisado foraõ previamente misturados em huma garrafa; mas como eu naõ derramei esta mistura na caixa senaõ depois de a ter posto no caixilho da vidraça, reparei logo no primeiro dia, que naõ tinha preparado quanto liquor precisava para encher a caixa: e para remediar este inconveniente sem ensecar a mesma caixa, deiteilhe por varias vezes agua pura, e huma soluçaõ forte de potassa, em proporções convenientes, para produzir a gravidade especifica, que se requeria. Tentei ao depois misturar perfeitamente este novo liquor agitando a mis-

tu-

tura com huma penna bastante comprida, que introduzi pelo buraco da caixa.

Naõ poderei determinar positivamente se as differentes partes do liquido ficáraõ ou naõ perfeitamente misturadas com este espediente; mas na apparencia a mistura estava perfeita, porque o ambar estava bem distribuido em todas as partes do liquido. Mas ainda suppondo que este liquido estava dividido em differentes gravidades especificas dos liquidos, que por diversas vezes se deitáraõ na caixa, parece que neste mesmo caso naõ seria menos interessante o resultado da experiencia, nem a applicaçaõ que della se faz para explicar a causa dos ventos na atmosphera seria menos satisfactoria.

Entretanto estou bem longe de exigir que se dê inteira confiança ao resultado de huma só experiencia; porque estou persuadido da possibilidade que ha em imaginar outras que sejaõ muito mais decisivas. Porém sempre creio que as idéas que esta póde suggerir saõ taõ evidentes, que naõ podem deixar de merecer alguma attençaõ. Se esta experiencia póde excitar a curiosidade dos Physicos, e obrigallos a fazer ulteriores indagações sobre esta materia, terei eu completamente alcançado o fim a que me propuz na publicaçaõ destas relações.

Ex-

Explicaçaõ das Estampas.

Fig. 1. Esta figura representa huma secçaõ vertical do apparato que servio na experiencia N. 55. (Veja-se a pag. 371) em que se tentou derreter huma prominencia aguda de neve por effeito do calor transmittido de cima para baixo, atravessando azeite doce, e emanado de hum cylindro de ferro maciço, aquecido em agua fervendo. Vê-se nesta figura a grande redoma de vidro, em que a agua se gelou, mettida n'hum vaso de barro cheio de neve espedaçada. Representa-se o azeite nadando na superficie do gelo, que existe na redoma; e o cylindro de ferro envolvido em huma folha de papel, suspendido na direcçaõ do eixo da redoma; de maneira que a extremidade inferior e horisontal deste cylindro está posta direitamente por cima da ponta prominante de neve na distancia de $\frac{2}{10}$ de pollegada.

Fig. 2. Esta figura mostra a maneira porque se fez a experiencia N. 57. (Veja-se a pag. 384) quando se derramou agua doce sobre a salmoura contida na redoma, sem que estes liquidos se misturassem. O espaço entre

tre a redoma interior e exterior está cheio até á altura de huma pollegada acima da superficie do azeite, que está na redoma, com pedaços de neve do tamanho de nozes, e agua.

EN-

ENSAYO VIII.

Sobre a propagaçaõ do calor nas differentes substancias, e a relaçaõ de grande numero de experiencias, feitas com o fim de descobrir as causas *do* calor *dos* vestidos naturaes e artificiaes.

Introducçaõ.

Naõ contém este Ensayo cousa alguma que pareça nova aos olhos dos Physicos; porque unicamente encerra o resumo de duas Memorias, que apparecéraõ nas Transacções Philosophicas da Sociedade Real de Londres, huma em 1776 e a outra em 1792. Esta ultima foi a que alcançou a seu author a medalha annual, que, segundo a instituiçaõ do Cavalleiro Copeley, se destinou ao author do mais util escrito, que apparecesse no decurso do anno.

Havendo-se muitas vezes citado nos Ensayos precedentes as experiencias que se referem nestas Memorias, sendo muitas destas experiencias naõ sómente interessantissimas

em si mesmo, mas ainda importantes para fazer apreciar a justeza das differentes conclusões que o author deduzio dos seus resultados, suppoz-se justo publicallas de novo. Por tanto julgou o author que devia addiccionar o VI e VII Ensayos com o Compendio destas Memorias, em ordem a que se comprehendesse em hum só volume tudo quanto escreveo sobre o calor.

Os Ensayos, que devem compor o volume seguinte, dos quaes muitos se achaõ já acabados, contém experiencias e observações praticas sobre objectos de utilidade geral, e no alcance da classe do povo; por este motivo o author os reunio todos em hum volume separado, naõ os querendo confundir com estes que agora offerece ao publico, que saõ de huma natureza mais profunda e abstracta.

ME-

MEMORIA I.

Memoria por que foraõ dispostos os apparatos para as experiencias seguintes. Construio-se hum thermometro, cuja bola he cercada com o vacuo de Torricelli. He mais difficil ao calor permeiar o vacuo de Torricelli, do que o ar. Relaçaõ das potencias conductoras, entre o vacuo do Torricelli e o ar, em respeito ao calor, he determinada por experiencias. Relaçaõ entre as potencias conductoras do ar secco, e do ar humido. Differença de potencia conductora no ar, segundo os seus differentes gráos de densidade. Differença entre as potencias conductoras do mercurio, *da* agua, *do* ar, *e do* vacuo do Torricelli.

(Lida na Sociedade R. aos 9 de Março de 1786)

EXPERIENCIAS

Sobre o calor pelo Conde de Rumford.

Extracto das Transacções Philosophicas anno de 1786.

AS reflexões, que ha muito tempo faço sobre a potencia conductora do ar, e de outros

differentes corpos fluidos e solidos, relativamente ao calor, me induziraõ a examinar a potencia conductora do *vacuo de Torricelli*. Ha certa analogia notavel entre o fluido eletrico e o calor, no que diz respeito ás substancias que lhes podem servir de conductores; porque, geralmente fallando, todos os corpos, que saõ conductores do fluido eletrico, saõ tambem bons conductores do calor; em consequencia disto imaginei, que o vacuo de Torricelli, por onde o fluido eletrico passa taõ facilmente, subministraria ao calor huma passagem igualmente rápida.

As experiencias ordinarias para aquecer e esfriar os corpos debaixo do recipiente da máquina pneumatica, naõ me parecêraõ sufficientes para determinar esta questaõ, naõ sómente porque he impossivel ensecar absolutamente o ar da máquina, e formar vacuo perfeito, por meio da bomba, mas porque se levanta sempre hum vapor humido do coiro molhado e do azeite que se usa nesta máquina, o qual vapor se espalha no recipiente, e o enche de certo fluido aquoso, que, posto seja mui pouco denso, he com tudo susceptivel de conduzir muito calor: foraõ estas circunstancias as que me obrigáraõ a recorrer a outros meios.

Tomei hum thermometro vazio, cujo re-

ser-

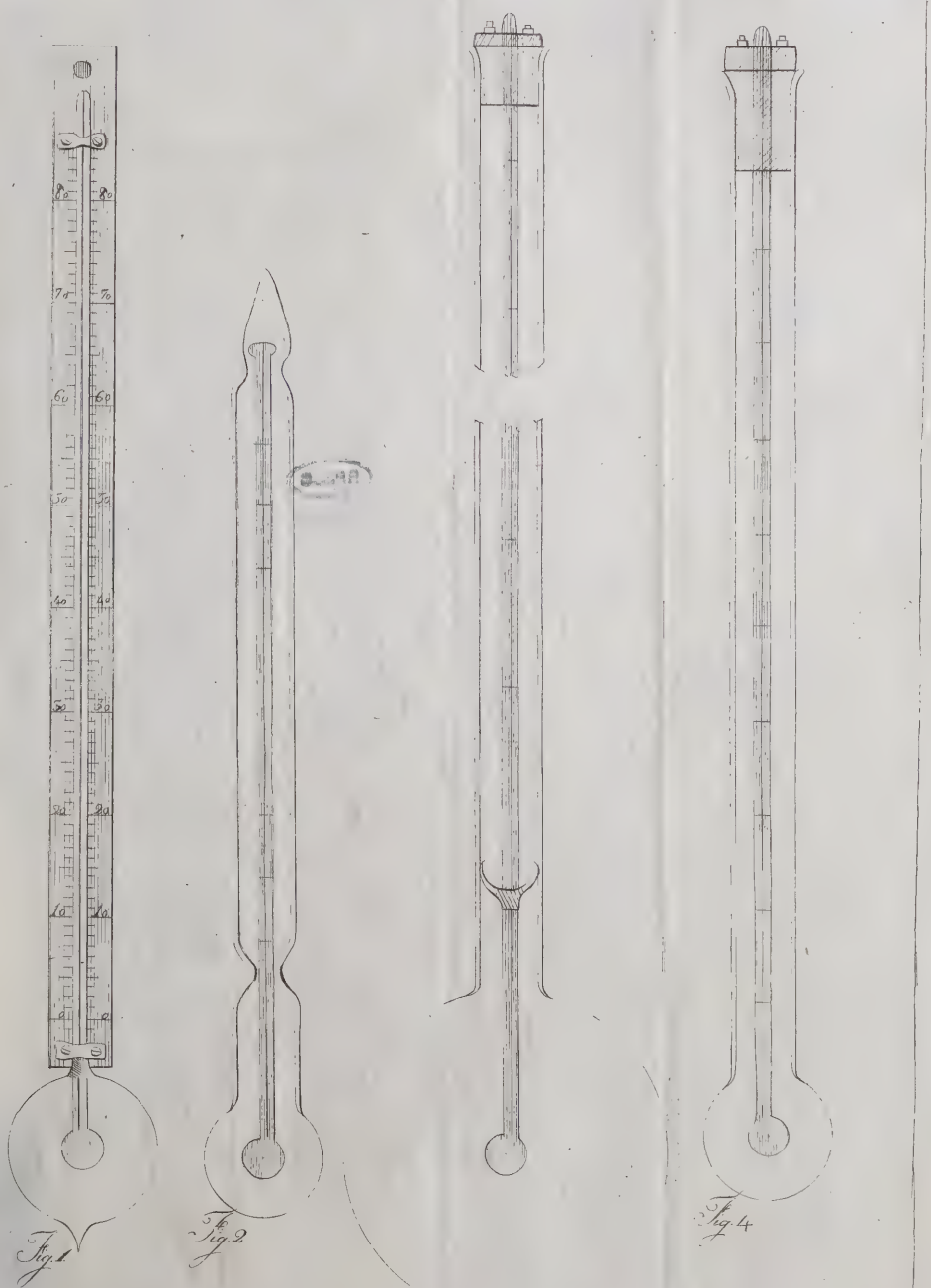
servatorio era de figura espherica, e tinha precisamente meia pollegada franceza de diametro, e ajustei-o de maneira no centro de hum globo de vidro concavo, cujo diametro era de huma pollegada e tres quartos medida franceza, que a garganta ou abertura do globo estava bem soldada ao tubo do thermometro sete linhas e meia acima da sua bola, a qual ficando fixa no centro do globo naõ podia consequentemente ter communicaçaõ alguma com o ar exterior. Havia no fundo do globo de vidro hum pequeno tubo, ou ponta, que se achava soldada á extremidade de hum tubo de barometro ordinario, obra de trinta e duas pollegadas de comprido; e por meio desta abertura se encheo de mercurio quente o espaço entre a superficie interior do globo de vidro e a superficie da bola do thermometro, o qual mercurio por meio da ebuliçaõ se havia absolutamente limpado de ar e de vapores. Estando bem cheio deste mercurio, tanto o globo, como o tubo do barometro, que lhe estava pegado, revirou se o tubo de vagar, pondo-se a extremidade aberta em hum reservatorio, em que havia tambem certa quantidade de mercurio: o instrumento ficou por consequencia hum barometro; e o mercurio descendo do globo, que estava revirado para baixo, deixava o espaço, que cercava a bola abso-

absolutamente livre de ar. Havendo o mercurio deixado de todo o globo de vidro, e descido pelo tubo abaixo até á altura do mercurio no barometro ordinario, fechei hermeticamente o tubo, tres quartos de pollegada abaixo do globo, usando para isto de huma candéa e maçarico, com o que derreti o vidro; e cortando-o nesta parte com huma lima mui fina, separei o globo do grande tubo de barometro: enchi ao depois o thermometro de mercurio conforme ao processo ordinario; e assim fiquei com hum thermometro, cuja bola existia *no vacuo de Torricelli*, servindo-me o mesmo thermometro como corpo para aquecer, e como instrumento para medir o calor communicado.

Experiencia N. 1.

Fiz a experiencia seguinte com este instrumento, cuja fórma se póde ver na Est. que acompanha este Ensayo (fig. 1.).

Mergulhei o instrumento em certo vaso cheio de agua quente na temperatura de 18 gr. (Thermometro de Reaumur), e o deixei assim ficar até que adquirisse a temperatura da agua, isto he, até que o mercurio do thermometro subisse a 18 gr.: tirei então o instrumento da agua, e o mergulhei subitamente



Escala de 1/2 polliegada por lp. Ingleza.

Soura a.c. no Arco do Cego

Oitavo Encaio 1.ª parte.

te em outro vaso cheio de agua fervente; tendo-o de maneira, que o globo de vidro, em que estava encerrada a bola do thermometro, estivesse de todo mergulhada na agua, que havia o cuidado de manter no mesmo gráo de ebuliçaõ: neste tempo observei o numero de gráos, que o mercurio se elevava no thermometro nos differentes intervallos de tempo, que decorréraõ desde o momento da immersaõ; e notei, que depois de estar o instrumento assim mergulhado por hum minuto, e trinta segundos, sobio o mercurio desde 18 gr. até 27 gr., e depois de passados quatro minutos, elevou-se a 44 gr. $\frac{0}{10}$, e no fim de cinco minutos chegou até 48 gr. $\frac{2}{10}$.

Experiencia N. 2.

Tirando o instrumento da agua fervente, o deixei esfriar gradualmente pelo ar; e havendo adquirido a temperatura da atmosphera, que era de 15 gr. (Reaumur) e o tempo estava perfeitamente secco, quebrei a pequena ponta do tubo, que está no fundo da bola de vidro, por onde esta se tinha fechado hermeticamente; por consequencia teve o ar atmospherico entrada pronta para a bola. Achava-se o espaço entre este globo de vidro e a bola do thermometro cheio de ar atmospherico

co em vez do vacuo de Torricelli, que d'antes tinha na experiencia antecedente: tornei a fechar hermeticamente a extremidade do pequeno tubo, que estava no fundo da bola de vidro, supprimindo assim qualquer communicaçaõ entre o ar, que existia na bola, e o que se achava na atmosphera: repeti entaõ a experiencia de o mergulhar na agua fervente, havendo préviamente aquecido o instrumento até á temperatura de 18 gr., e o tempo, que o mercurio gastou em sobir, foi o seguinte.

	Tempo decorrido.		*Calor adquir.*
Calor ao momento em que se mergulhou o instrumento na agua ferv.			18° R
	min.	*seg.*	
Depois de estar na agua fervente.	0	45	27°
	1	0	34 $\frac{4}{10}$
	2	10	44 $\frac{9}{10}$
	2	40	48 $\frac{2}{10}$
	4	0	56 $\frac{2}{10}$
	5	0	60 $\frac{9}{10}$

Fica evidente pelo resultado destas experiencias, que o vacuo de Torricelli, ao mesmo

mo tempo, que offerece facil passagem ao fluido electrico, está taõ longe de ser bom conductor do calor, que, neste sentido, he muito inferior ao ar atmospherico, naõ obstante considerar-se este como hum dos peiores conductores: prova-se isto porque nesta experiencia em que a bala do thermometro estava cercada de ar, mergulhado o instrumento na agua fervente, se elevou o mercurio em 45 segundos, desde 18 gr. até 27 gr.; e na experiencia precedente em que a bala do thermometro estava rodeada pelo vacuo de Torricelli, foi necessario que estivesse na agua fervente hum minuto e 30 segundos, ou 90 segundos, para poder adquirir este gráo de calor: no vacuo foraõ necessarios 5 minutos para se elevar a 48 gr. $\frac{3}{10}$, e no ar elevou-se a esta mesma altura em 2 minutos e 40 segundos, como se vê na taboa seguinte.

O globo do thermometro no centro da bola de vidro cercado do

Vacuo de Torricelli. Cercado d'ar.

	Exp. N. 1.		Exp. N. 2.	
	Tempo decorrido.	*Calor adquirido.*	*Tempo decorrido.*	*Calor adquirido.*
Ao temp. de ser mergul. na agua fervente . . .		18°		18°
	m. s.		*m. s.*	
Tendo nella ficado por . . .	0 30	27°	0 45	27°
	0 0	0	0 0	30 $\frac{4}{10}$
	4 0	44 $\frac{3}{10}$	2 10	44 $\frac{3}{10}$
	5 0	48 $\frac{2}{10}$	2 40	48 $\frac{2}{10}$
	0 0	0 0	4 0	56 $\frac{2}{10}$
	0 0	0 0	5 0	60 $\frac{3}{10}$

Estas experiencias foraõ feitas em Manheim na presença do Professor Hemmer da Academia das Sciencias, e de Carlos Artaria, Artifice de instrumentos de Mathematica da Academia, que tiveraõ a bondade de me ajudar neste trabalho.

Tendo achado que a construcçaõ do instrumento, que me havia servido nestas experiencias, era exposta a muito trabalho e risco,

co, pela difficuldade, que havia em soldar a bola de vidro no tubo do thermometro, sem fechar este tubo, ou sem se arriscar a deteriorar o seu calibre, recorri a outra invençaõ mais commoda e de mais facil execuçaõ.

Fiz construir hum tubo ou cylindro de vidro de dez para onze pollegadas de comprimento, e de quasi $\frac{1}{4}$ de pollegada de diametro interior, tendo na extremidade huma bola, em cujo fundo havia certa abertura correspondente ao calibre do tubo, e do mesmo diametro, a qual abertura tinha bordas em fórma de tubo, que chegavaõ á altura de huma pollegada, ou $\frac{1}{4}$ de pollegada.

Tinha já preparado hum thermometro, cuja bola tinha precisamente meia pollegada de diametro, e a marca do ponto de congelaçaõ estava duas pollegadas e tres quartos acima da bola: graduei o tubo pela escala de Reaumur, começando por 0°, e marcando este ponto, bem como todos os outros, de dez em dez gráos até 80 gr. com fio de seda finissima enrolada ao redor do tubo, e mergulhando-o em verniz de goma laça, ficou a seda bem pegada ao vidro. Metti este thermometro no cylindro de vidro e globo, que acabei de descrever, introduzindo-o pela abertura, que este tinha no fundo: havia tambem eu anticipadamente estreitado o cylindro

a duas pollegadas de distancia da sua juncçaõ, fazendo-o aquecer e apertando-o dos lados para o centro de maneira, que lhe ficou sómente huma abertura sufficiente para admittir o tubo do thermometro. Foi o thermometro introduzido no cylindro por tal maneira, que o centro da sua bola coincidia exactamente com o centro do globo, que a cercava; e marquei hum lugar no cylindro $\frac{1}{4}$ de pollegada acima do 80mo gráo, ou do ponto da agua fervente no tubo do thermometro que estava neste cylindro; e tornando a tirar o thermometro do cylindro apertei tambem mais o mesmo cylindro nesta parte. Depois disto tornei a introduzir o thermometro pela ultima vez: fechei a abertura do fundo do globo, com a luz da candéa, tendo a precauçaõ de voltar o cylindro de cima para baixo, antes de lhe chegar o lume, de maneira que a bola do thermometro cahisse no cylindro até parar no lugar mais apertado; e por este meio se achava a bola mais de tres pollegadas distante do lume da candéa: fechada a abertura do fundo do globo, e reposta a bola do thermometro em seu lugar, se cortou a extremidade do cylindro obra de meia pollegada acima do estreito ou lugar apertado mais superior. Feita esta operaçaõ he claro, que o tubo do thermometro excedia a extremidade do cylindro: segu-

ran-

rando entaõ pela extremidade do tubo chegava a bola o mais proximo, que era possivel, do centro do globo; observando, e marcando hum ponto sobre o tubo, immediatamente por cima da estreiteza superior do cylindro; revirando o cylindro debaixo para cima, e deixando entrar a bola do thermometro de maneira que ella descançasse sobre a estreiteza inferior do cylindro (em cujo caso a extremidade do tubo sahia pela outra ponta): a extremidade do tubo foi cortada pela marca de que já fallei, (havendo préviamente o cuidado de reduzir nesta parte o tubo do thermometro a hum cylindro solido), e se soldou na extremidade do tubo huma pequena bola de vidro alguma cousa maior que o diametro interior do cylindro no lugar estreitado de maneira, que esta bola de vidro formava hum botaõ, que descançando sobre a estreiteza superior do cylindro servia para suspender o thermometro de tal sorte, que o centro da sua bola coincidia com o centro do globo em que estava encerrada. A extremidade do cylindro acima da estreiteza superior foi aquecida, e puxada a formar huma ponta ou, para fallar mais exactamente, hum cone concavo, e a extremidade deste se soldou a hum tubo do barometro, por meio do qual a cavidade do cylindro e do globo, em que es-

ta-

tava o thermometro, se esvaziavaõ completamente do ar, usando para isto do mercurio; e feito o que, se fechou o cylindro hermeticamente, despegando-se tambem do tubo do barometro, e ficando em consequencia o thermometro no vacuo de Torricelli: o centro da bola do instrumento correspondia ao centro do globo de vidro sem o tocar em parte alguma; o que acontecia em consequencia das duas estreitezas do cylindro, em que fallamos, e do botaõ de vidro na extremidade do tubo.

Forneci-me com dous instrumentos destes que tinhaõ, com pouca differença, as mesmas dimensões, hum que chamarei N. 1, foi ensecado do ar com o processo, que acabei de descrever; e o outro N. 2. estava cheio de ar e fechado hermeticamente.

Com estes dous instrumentos (Veja-se a fig. 2.) fiz as duas experiencias seguintes em Manheim a 11 de Julho de 1785, entre as dez horas e meio dia: o tempo bom e claro; o mercurio no barometro na altura de 27 pollegadas e 11 linhas; e o thermometro de Reaumur em 15 gráos; e o hygrometro da Academia de Manheim em 47.

Ex-

Experiencias N. 3, 4, 5 e 6.

Metti estes dous instrumentos em neve derretida, onde os conservei até que o mercurio de ambos elles chegasse ao ponto o gr.; isto he, até que adquirissem a temperatura de neve derretida: tirei-os entaõ deste banho e os mergulhei subitamente em hum vaso cheio de agua fervente, observando o tempo que exigiaõ cada hum dos thermometros para que o mercurio nelles se elevasse de 10 em 10 gráos, desde o gr. até 80 gr.; tendo o cuidado de conservar a agua fervente por todo este tempo, e attendendo tambem a que os thermometros se conservassem sempre mergulhados na mesma profundidade, a qual era precisamente quanto bastava para que o ponto o gr. do thermometro estivesse ao nivel da superficie da agua.

Repeti duas vezes estas experiencias com o maior cuidado, e o resultado foi o que mostra a taboa seguinte.

Threm. N°. I.

A sua bola de meia pollegada de diametro estava encerrada no centro de hum globo de vidro concavo, de pollegada e meia de diametro, vasio do ar, e fechado hermeticamente.

Tirado da agua de neve, e mergulhado na agua fervente.

Tempo decor. Ex. N. 3.		*Tempo decor.* Ex. N. 4.		Calor adquirido
min.	*seg.*	*min.*	*seg.*	0°
0	51	0	51	10°
—	59	—	59	20
1	1	1	2	30
1	18	1	22	40
1	24	1	23	50
2	0	1	51	60
3	30	3	6	70
11	41	10	27	80
22	44	21	1	tempo tot.

Para aquecer de 0° até 80°
Tempo total de 0° até 70
Na Exp. N. 3 11′ . 3″.
Na Exp. N. 4 10 34

Termo médio 10 48 $\frac{1}{2}$

Tehrem. N° I.

A sua bola de meia pollegada de diametro estava encerrada no centro de hum globo de vidro concavo, de pollegada e meia de diametro, cheio de ar e fechado hermeticamente.

Tirado da agua da neve, e mergulhado na agua fervente.

Tempo decor. Ex. N. 5.		*Tempo decor.* Ex. N. 6.		Calor adquirido.
min.	*seg.*	*min.*	*seg.*	0°
0	30	0	30	10°
	35		37	20
	41		41	30
	49		53	40
1	1		59	50
1	24	1	20	60
2	45	2	25	70
9	10	9	38	80
16	55	17	3	tempo total.

Para aquecer de 0° até 80°
Tempo total de 0° até 70°
Na Exp. N. 5. 7′ . 45″
Na Exp, N. 6. 7 25

Termo médio 7 35

Ve-se destas experiencias, que a potencia conductora do ar está para potencia conductora do vacuo de Torricelli na razaõ inversa de $7\frac{35}{60}$ para $10\,\frac{48\frac{1}{2}}{60}$ ou, proximamente, como 1000

para 702: porque, sendo iguaes as quantidades de calor communicadas, a intensidade da communicaçaõ está na razaõ inversa do tempo.

Nestas experiencias penetrou o calor o meio ambiente e entrou na bola do thermometro: para fazer a experiencia no sentido contrario, e para que o calor sahisse do instrumento; metti os aparatos em agua fervente onde os deixei até que adquirisse a sua temperatura; isto he, até que o mercurio dos thermometros subisse a 80°; e tirando entaõ os instrumentos da agua fervente os mergulhei subitamente na mistura de agua e neve despedaçada, movendo-os continuamente na mistura; e observei o tempo que gastáraõ em esfriar-se, que foi na maneira seguinte.

Threm. N°. I.			Tehrem. N° II.		
Cercado pelo vacuo de Torricelli.			Cercado pelo ar.		
Tirado da agua fervente, e mergulhado na neve.			Tirado da agua fervente e mergulhado na neve.		
Tempo decor.		Calor perdido.	*Tempo decor.*		Calor perdido.
Ex. N° 7.	Ex. N. 8.		Ex. N. 9.	Ex. N. 10.	
min. seg.	*min. seg.*	80°	*min. seg.*	*min. seg.*	80°
1 2	0 54	70°	0 30	0 30	70
58	1 2	60	39	34	60
1 17	1 18	50	44	44	50
1 46	1 37	40	55	55	40
2 5	2 10	30	1 17	1 18	30
3 14	3 10	20	1 57	1 57	20
5 42	5 59	10	3 44	3 40	10
Não obsv.	Não obsv.	60	40 10	Não obsv.	0
Tempo do resfriamento de 80° até 10°.			Tempo do resfriamento de 80° até 10°.		
Exp. N. 7	16′.	40″.	Exp. N. 9	9′.	49″.
Exp. N. 8	16.	16	Exp. N. 10	9	41
Termo médio	16	10	Termo médio	9	45

Destas experiencias se vê que a potencia conductora do ar está para a potencia conductora do vacuo de Torricelli, na razaõ inversa de $9\frac{45}{60}$ para $16\frac{10}{60}$ ou como 1000 para 603.

Para saber se existiria o mesmo effeito, no caso em que em vez de mergulhar os thermometros aquecidos na agua de neve, se esfriassem ao ar livre, fiz a experiencia seguinte.

Fe-

Foraõ novamente aquecidos os thermometros N. 1. e N. 2. do mesmo modo que nas experiencias antecedentes; e sendo tirados da agua, foraõ suspendidos no meio de huma grande sala, cujas portas e janellas se achavaõ fechadas, e o ar, sem nenhuma agitaçaõ; estava na temperatura de 16° (Rheaumur): os tempos do resfriamento foraõ da maneira seguinte.

Exp. N. 11.	
Thermometro N. 1. Cercado do vacuo de Torricelli.	
Aquecido até 80° e suspendido no ar na temperatura de 16°.	
Temp. decor.	*Calor perdido.*
min. seg.	80°
Naõ observ.	70
1 24	60
1 44	50
2 28	40
4 16	30
10 12	Temp. total.
empregado para esfriar desde 70° até 30°.	

Exp. N. 12.	
Thermometro N. 2. Cercado de ar.	
Aquecido até 80° e suspendido no ar na temperatura de 16°.	
Temp. decor.	*Calor perdido.*
min. seg.	80°
Naõ observ.	70
0 55	60
1 5	50
1 34	40
2 41	30
6 11	Temp. total.
emprgado para esfriar desde 70° até 30°.	

A differença entre as potencias conductoras do ar e do vacuo de Torrocelli parece ser a mesma nestas, que nas experiencias antecedentes; que he como $6\frac{11}{60}$ para $10\frac{12}{60}$ inversamente; ou como 1000 para 605: naõ pude observar o tempo do resfriamento desde 80°

até 70° porque estava então occupado a suspender os instrumentos.

Poderia objectar-se ás conclusões que tiro destas experiencias, que não obstante o cuidado que houve na construcção dos instrumentos para os fazer exactamente semelhantes poderião estes com tudo ser mui differentes, quer na fórma quer na grandeza; e esta differença poderia occasionar erros sensiveis no resultado das experiencias: por este motivo me determinei a fazer os ensaios seguintes em ordem a desmanchar ás difficuldades que se poderião daqui originar.

Erão onze horas da manhãa, o tempo estava sereno, o mercurio no barometro em 27 pollegadas 11 linhas, o thermometro de Rheaumur em 15°, e o hygrometro em 47°: nestas circunstancias repeti a experiencia N. 3, aquecendo o thermometro N. 1. em agua fervente; e abrindo immediatamente depois o cylindro que encerrava o thermometro na sua extremidade inferior a que estava soldado, e deixando-o encher-se de ar o tornei a fechar hermeticamente, e repeti a experiencia com o mesmo instrumento, estando já o thermometro cercado de ar como o thermometro N. 2.

O resultado destas experiencias que se póde ver na taboa seguinte, mostra evidentemente que o erro, proveniente da fórma ou dimen-

sões

sões dos dous instrumentos, de que se trata, era mui inconsideravel, por naõ dizer imperceptivel.

Exp. N. 13.

Thermometro. N. 1.

A sua bola de meia pollegada de diametro, estava encerrada no centro de hum globo de vidro de $1\frac{1}{2}$ pollegada de diametro *vasio de ar*, e fechado hermeticamente.

Tirado da agua de neve e mergulhado na agua fervente.

Tem. decor.		*Cal. adquir.*
min.	*seg.*	0°
0	55	10°
0	55	20
1	7	30
1	15	40
1	29	50
2	2	60
3	21	70
13	44	80
24	48	Tempo total.

Para aquecer de 0° até 80° Tempo total de 0° até 70° 11′ 4″.

Exp. N. 14.

Thermometro. N. 2.

O globo de vidro que encerrava a bola do thermometro estava nesta experiencia *cheio de ar*, e fechado hermeticamente.

Tirado da agua de neve e mergulhado na agua fervente.

Tem. decor.		*Cal. adquir.*
min.	*seg.*	0°
0	32	10
	32	20
	43	30
	50	40
1	1	50
1	24	60
2	38	70
10	15	80
18	5	Tempo total.

Para aquecer o instrumento de 0° até 80°. Tempo total de 0° até 70°. 7′ 40″.

Destas experiencias resulta que a potencia conductora do ar atmospherico está para a potencia do vacuo de Torricelli como $7\frac{40}{60}$ para

na

11 $\frac{4}{15}$, inversamente, ou como 1000 para 602; o que tem pouquissima differença do resultado das experiencias precedentes.

Posto que ficasse evidente pelo resultado destas ultimas experiencias, que a differença na forma, ou dimensões destes instrumentos, N. 1, e N. 2, apenas poderia occasionar erro preceptivel no resultado destas experiencias; com tudo desejei conhecer até que ponto poderiaõ affectar as experiencias huma differença consideravel nas proporções dos instrumentos; pelo que me forneci de outro instrumento a que chamarei N. 3. differente dos dous, de que já fiz a descripçaõ, tanto na grandeza, como na construcçaõ.

A bola deste thermometro era da mesma fórma e dimensões que a dos thermometros N. 1. e N. 2.; quero dizer, tinha a fórma espherica com meia pollegada de diametro; porém o globo de vidro, em cujo centro esta bola se metteo, era muito maior, pois tinha 3 pollegadas 7 $\frac{1}{2}$ linhas de diametro, e o calibre do tubo do thermometro era muito menor, e por consequencia muito mais longo, e as dimensões da escala mais distantes.

Foraõ as divisões marcadas no tubo com fios de seda, de differente côr em cada dez gráos desde o° até 80°, da mesma sorte que o haviaõ sido os outros instrumentos. O cy-

lin-

lindro que pegava ao globo de vidro tinha oito linhas de diametro, e era algum tanto maior do que o tubo do thermometro; perfeitamente cylindrico, e sem as estreitezas, que nos outros havia: era o thermometro mantido no centro do globo por differente maneira da que se seguio nos outros dous.

Ajustou-se na abertura do cylindro huma rolha de páo secco cuberta de verniz bem duro, e o tubo do thermometro atravessava pelo centro desta rolha, este expidiente conservava o thermometro no seu lugar, quanto á extremidade superior; e quanto á inferior, poz-se-lhe, pouco acima do ponto de junçaõ do tubo com a bola huma pequena mola de aço que estava segura em redor do tubo do thermometro, com tres pontas elasticas sahidas para fóra, as quaes apertavaõ contra o interior do cylindro, e seguravaõ o thermometro no seu devido lugar. O comprimento total deste instrumento desde o fundo do globo até á extremidade superior do cylindro, era de dezoito pollegadas, e o ponto de congelaçaõ sobre o thermometro ficava perto de tres pollegadas distante da bola: consequentemente estava obra de pollegada e meia acima da junçaõ do cylindro com o globo, estando o thermometro posto em seu lugar, que era coincidindo o centro da bola do thermometro como o centro

da

da bola de vidro. Atravessavaõ a rolha, que tapava o cylindro, dous pequenos tubos de vidro obrá de huma linha de diametro, e huma linha mais compridos do que a rolha, e estes tubos estavaõ tambem arrolhados com as suas competentes rolhas. Eraõ estes tubos destinados a deixar passar o ar, ou outro qualquer fluido que se quizesse introduzir no globo de vidro sem que fosse necessario tirar a rolha que tapava a extrimidade do cylindro; o que seria incommodo por se achar esta rolha rodeada de betume para que a posiçaõ do thermometro se naõ alterasse facilmente.

Particularisei taõ miudamente a descripçaõ destes instrumentos; porque suppuz necessario fazer-se delles boa e adequada idéa para se poder ajuizar as experiencias em que elles foraõ empregados.

Com o instrumento que acabei de descrever a que chamarei thermometro N. 3. fiz a experiencia suguinte, aos 18 de Julho, depois do meio dia, tempo constante o Ceo algum tanto sereno, e com nuvens, vento S. forte, com algumas gotas de chuva, o barometro 27 pollegadas 10 $\frac{1}{2}$ linhas, o therm. variando 18o° $\frac{1}{4}$, o hygrometro de 44 até á humidez extrema.

Para que melhor se possaõ comparar os resultados das experiencias, formalisei a taboa seguite de maneira que os resultados desta ex-

pe-

periencia se achaõ a par dos resultados das experiencias antecedentes feitas com o thermometro N. 2.

Exp. N. 15.

Thermometro. N. 3.

A sua bola de meia pollegada diametro, encerrada no centro de hum globo de vidro de 3 pollegadas 7 linhas e meia de diametro, e cercado de ar.

Tirado da agua fria e mergulhado na agua fervente.

Temp. decor.		*Calor adquir*
min.	*seg.*	0°
	33	10
	38	20
	44	30
	51	40
1	7	50
1	28	60
2	28	70
9	0	80
16	59	Temp. total.

para aquecer o instrumento desde 0° até 80°.

Tempo de 0° até 70°. 7′. 59″.

Exp. N. 4. e N. 5.

Thermometro. N. 2.

A sua bola de meia pollegada de diametro, encerrada no centro de hum globo de vidro, de huma pollegada de diametro, e cercado de ar.

Tirado da agua fria e mergulhado na agua fervente.

Temp. decor. Expr. N. 4.		*Expr.* N. 5.		Termo medio.		Calor adquirido.
m.	*s.*	*m.*	*s.*	*m.*	*s.*	0°
30		30		30		10
35		37		36		20
41		41		41		30
49		53		51		40
1	1	59		1	0	50
1	24	1	20	1	22	60
2	45	2	25	2	3	70
9	10	9	38	9	24	80
16	55	17	3	16	59	Tempo

total para aquecer o instrumento desde 0° até 80°.

Tempo total de 0° até 70° 7′. 35″.

Se a concordancia dos resultados destas experiencias com as outras feitas com os ther-

mometros N. 2. e N. 3. me causáraõ admiraçaõ; tambem naõ me admirou menos a discordancia, que observei no resultado da experiencia seguinte.

Experiencia N. 16.

Tendo tirado da agua fervente o thermometro N. 3. o suspendi immediatamente em huma grande sala, onde o ar estava tranquillo, com a temperatura de 18° $\frac{1}{4}$ (Th. de Réaumur) e observei, que o tempo do resfreamento foi da maneira seguinte.

Temp. decor.		*Calor perdido.*
min.	*seg.*	80°
1	55	70
	12	60
	33	50
2	15	40
4	0	30
9	55	Tempo total do resfriamento desde 80° até 30.

Tempo do resfriamento desde 70° até 30° = 8′ 0″; porém na experiencia N. 12 com o thermometro N. 2. o tempo empregado para o resfriamento desde 70° até 30° foi sómente

de

de 6′ 11″. Nesta experiencia com o thermometro N. 3. foi de 7′ 48″; mas na sobredita experiencia com o thermometro N. 2. foi sómente de 5′ 20″. He verdade, que o ar da casa estava hum pouco mais frio, quando se fez a experiencia antecedente, do que quando se fez a ultima com thermometro N. 3.; mas esta differença de temperatura, que era sómente de $2\frac{1}{4}$ (porque o thermometro da casa estava no primeiro caso em 16°; e no segundo em $18\frac{1}{4}$) naõ podia certamente occasionar a totalidade de differença nos resultados destas experiencias. O ar recebe o calor com maior promptidaõ do que o perde? Esta questaõ merece ser examinada; e naõ deixarei de occupar-me com a sua resoluçaõ no decurso das minhas explorações; mas, deixando por ora este objecto, passo a dar conta das experiencias que fiz. (1)

(1) Parece-me que se daria hum passo essencial para conhecimento por propriedades do calor, se se estabelecesse, de maneira inquestionavel a sua passagem pelo vacuo de Torricelli; e se se determinasse com toda a exacçaõ possivel as leis do seu movimento neste meio. Mas temendo que levantassem duvidas sobre as experiencias precedentes em razaõ do contacto, dos tubos dos thermometros, encerrados nos globos de vidro, ou seus cylindros, contacto, que poderia fazer suspeitar que a totalidade, ou ao menos certa quantidade do calor adquirido, poderia ter sido communicada pelo inter-

Era a minha intençaõ, no principio, commeçar pelo exame das potencias conductoras dos

medio do vidro, fiz a seguinte experiencia que dissolve toda a duvida, que poderia haver a este respeito. Suspendi no meio de hum vaso de vidro de forma conica, do comprimento de oito pollegadas e meia, e dous pez e meio no seu maior diametro, hum pequeno thermometro de mercurio de cinco pollegadas e meia de comprido: este thermometro estava suspendido por hum fio de seda muito fino de maneira, que nem a sua bola, nem o seu tubo tocavaõ o vidro em ponto algum; o tubo do thermometro estava graduado com fios de seda finissimos e de differentes cores, como se havia feito aos thermometros empregados nos instrumentos, que já descrevi. Conservava o thermometro em seu lugar huma pequena mola de ferro na extremidade da qual estava prezo o fio que segurava o thermometro; e esta mola apertava contra huma pequena protuberancia ou cavidade globular de meia pollegada de diametro, que se havia feito na extremidade superior do tubo de maneira, que estandó nella fixa a mola o thermometro ficava necessariamente suspendido no eixo do apparato que o encerrava. Havia no fundo deste apparato huma abertura, pela qual se introduzia o thermometro; e soldando-se nesta abertura hum tubo de barometro podia mui bem ensecar-se do ar o interior do apparato de vidro, usando do intermedio do mercurio: fechou-se ao depois esta abertura hermeticamente, e, tirado o tubo do barometro, ficou o thermometro suspendido no vacuo de Torricelli. Como pela construcçaõ deste instrumento o thermometro, que nelle estava o naõ tocava em parte alguma, ao contrario estava huma pollegada, ao menos, distante da sua superficie

dos differentes ares facticios ou *gazes*; e por isso fiz construir o thermometro N. 3. com o pro-

interior; he evidente que todo o calor que poderia entrar ou sahir do thermometro devia necessariamente o vacuo de Torrocelli que o cercava; porque naõ se póde suppôr que o fio de seda por onde o thermometro se achava suspendido fosse capaz de conduzir algum calor, ou ao menos de conduzir quantidade sensivel. Lisonjeei-me por tanto com a esperença de poder determinar positivamente, por meio deste instrumento, a passagem do calor no vácuo de Torrocelli; e parece haver conseguindo este fim, naõ obstante hum accidente que me impedio levar adiante estas experiencias tanto, quanto desejava.

Accommodei este instrumento em hum pequeno pé de madeira de sorte, que o perato de vidro ficasse na situaçaõ vertical; colloquei-o na minha camara ao pé do thermometro encerrado N. 2., que estava cercado de ar, e observei o effeito da variaçaõ do calor na atmosphera, e descobri logo pelo movimento do mercurio no thermometro encerrado, que o calor atravessava o vacuo de Torrecelli; mas pareceo evidente, pelo vagar, ou grande insensibilidade do mercurio, que o calor atravessava com muito mais difficuldade este meio, do que o ar ordinario. Mergulhei entaõ ambos os thermometros em hum balde de agua fria, e observei, que o mercurio, nos thermometros cercados de ar, descia muito mais promptamente do que naquelles que estavaõ rodeados com o vacuo de Torrecelli. Tirei-os da agua fria e os mergulhei em hum vaso de agua quente (por naõ ter á maõ as cousas necessarias para repetir com a mesma regularidade a experiencia em agua de neve e agua fervente); e o thermometro cercado pelo vacuo

projecto de fazer estas experiencias; e, obtendo differentes expecies de ar, principiei com o *ar fixo*, de que enchi o thermometro pelo intermedio da agua; e, fechando ambos os boracos da rolha maior, que arrolhava o cylindro, metti o instrumento em agua de neve até que o mercurio do thermometro nelle encerrado descesse a o. Tirei-o entaõ da agua de neve e o mergulhei em agua fervente, preparando-me para observar as graduações de aquentamento, como nas experiencias an-

te-

---

de Torrecelli me pareceo muito mais lento e menos sensivel, do que o outro cercado de ar.

Estes ensaios foraõ sufficientes para me convencer, que o calor podia atravessar o vacuo de Torricelli e que o atravessava com mais difficuldade, do que o ar ordinario. Mas naõ querendo limitar aqui as minhas explorações, aproveitei a primeira occasiaõ, que se me apresentou, e entrei a repetir as experiencias que tinha feito precedentemente com os instrumentos N. 1. e N. 2. Mergulhei este instrumento em agua de neve onde o deixei até que o mercurio do thermometro descesse a o°; tirei-o entaõ da agua de neve e o mergulhei repentinamente em agua fervendo; dispunha-me para observar a ascençaõ do mercurio no thermometro encerrado como na experiencia precedente; mas infelismente ao momento, em que a capa de vidro tocou a agua fervente, o calor a fez quebrar por aquella parte, por onde se havia fechado hermeticamente; entrou a agua na capacidade interior, e estragou a experiencia; depois disto naõ tive ainda occasiaõ de ter outro instrumento semelhante para repetir a experiencia.

tecedentes; mas hum accidente terminou subitamente a experiencia. Ao momento em que mergulhava o instrumento na agua fervente, o mercurio se elevou no thermometro com tal rapidez, que passou a primeira divisaõ do tubo (correspondente a 10° da escala de Reaumur) antes que eu pudesse observar que elle estava em movimento, faltando-me assim a occasiaõ de observar o tempo, que o mercurio gastaria para chegar a este ponto: preparei-me para observar a sua passagem na divisaõ seguinte; mas huma grande explosaõ atirou com a rolha á cheminé, dando o mesmo impulso ao thermometro, que se quebrou com a queda.

Com quanto a infelicidade desta experiencia pozesse termo ás experiencias que tinha em vista, nem por isso deixou de me dar occasiaõ a fazer observações interessantes. Suppunha eu a explosaõ fora causada pela rarefacçaõ do ar, que ficára pegado ao interior do globo e do cylindro, depois de cheios estes com ar fixo; e crendo ser mais que provavel que a celeridade extraordinaria com que o mercurio se tinha elevado no thermometro, era devida á mesma causa, fui examinar a faculdade conductora do ar humido, ou do ar saturado de agua.

Preparei-me para esta experiencia com hum no-

novo thermometro fig. 4, cuja bola era da mesma forma da outra de que já fiz a descripçaõ (espherinca); tinha tambem as mesmas proporções, que eraõ meia pollegada de diametro. Para encerrar este thermometro procurei hum cylindro de vidro de oito linhas de diametro e 14 pollegadas de comprimento, e que terminava por huma cavidade de pollegada e meia de diametro. A bola do thermometro estava segura no centro deste globo por meio da rolha que fechava o cylindro, na qual rolha, que tinha quasi duas pollegadas de comprimento, se introduzia a extremidade do tubo do thermometro em hum foramen que passava pelo eixo da mesma rolha; e isto era bastante para manter o thermometro no seu lugar sem outro apparato. Tinhaõ se feito na mesma rolha mais dous boracos pequenos, onde se introduziraõ tambem tubos de vidro delgadissimos, como no thermometro fig. 3, os quaes communicavaõ com o cylindro; estas aberturas se podiaõ fechar, sendo necessario, com rolhas de cortiça: mas para acautellar os accidentes que podia occasionar alguma explosaõ, como já tivera acontecido, tive o cuidado de naõ carregar estas rolhas com muita força de maneira, que o ar as podesse deitar fóra sem grande impulsaõ.

Naõ se achava o thermometro neste instru-

trumento, taõ fixamente em seu lugar, como nos thermometros N. 1. N. 2. e N. 3.; porque a elasticidade do tubo, e o pezo do mercurio na bola do thermometro occasionavaõ certa vibraçaõ no instrumento, assim que este era tocado de supito; mas naõ obsante isto preferi este methodo aos outros, porque a parte inferior do thermometro ficava absolutamente desembaraçada, e suspendida de maneira, que naõ tinha communicaçaõ com a parte inferior do cylindro ou globo: por quanto ainda que a quantidade de calor recebida pelo tubo do thermometro no seu contacto com o cylindro no ponto das estreitezas (nos instrumentos N. 1. e N. 2.) ou com os braços da mola se communicasse (no instrumento N. 3.) ao depois á bola tal calor devia ser excessivamente pequeno; e com tudo desejava eu prevenir este pequeno inconveniente, e todo o outro erro ou falta de exacçaõ qualquer, por mais insignificante que fosse.

A humidade augmenta a potencia conductora do ar. Para resolver esta questaõ fiz a seguinte experiencia, estando o tempo claro e bom, o barometro em vinte sete pollegadas e oito linhas, o thermometro em 19°, e o hygrometro em 44.

Exp. N. 17.

Thermometro N. 4.

Cercado de ar secco em 44 gráos marcados pelo hygrometro de penna da Academia de Manheim.

Tirado da agua de neve, e mergulhado na agua fervente.

Temp. decor.		*Calor adquer.*
min.	*seg.*	0°
0	34	10
	59	20
	44	30
	51	40
1	6	50
1	35	60
2	40	70
Naõ observ.		80

8′ 9″ Tempo necessario para aquecer o instrumento desde 0° até 70°.

Exp. N. 18.

Thermometro N. 4.

Cercado de ar humedicido o mais que era possivel, molhado com agua o interior do cylindro e globo.

Tirado da agua de neve, e mergulhado na agua fervente.

Temp. decor.		*Calor adquer.*
min.	*seg.*	0°
0	15	10
	4	20
	5	30
	9	40
	15	50
	26	60
	43	70
7	45	80

1′ 51″ Tempo necessario para aquecer o instrumento desde 0° até 70°.

Desta experiencia se vê, que a humidade augmenta muito a potencia conductora do ar. E para experimentar se haveria o mesmo resultado em sentido inverso, tirei da agua o thermometro cercado de *ar humido*, e o mergulhei em agua de neve, mudando-o continuamente de lugar dentro na mesma agua, e observei o resfriamento da maneira que se acha na taboa seguinte.

N. B. Para comparar o resultado desta experi-

experiencia com a outra do *ar sécco* puz de huma parte o resultado desta experiencia, e da outra a experiencia N. 19, feita com o thermometro N. 2.

Exp. N. 19.

Thermometro. N. 4.

Cercado de ar humido

Tirado da agua fervente, e mergulhado na agua de neve.

Tempo decor.		*Calor perd.*
min.	*seg.*	80°
0	4	70
	14	60
	31	50
	52	40
1	22	30
2	3	20
4	2	10

9′ 8″ Tempo total do resfriamento desde 80° até 10°.

Exp. N. 10.

Thermometro. N. 2.

Cercado de ar secco

Tirado da agua fervente, e mergulhado na agua de neve,

Tempo decor.		*Calor perd.*
min.	*seg.*	80°
0	33	70
	34	60
	44	50
	55	40
1	18	30
1	57	20
3	40	10

9′ 12″ Tempo total do resfriamento desde 80° até 10°.

Ainda que pareça muito inconsideravel a differença do tempo do resfriamento desde 80° até 10° nestas duas experiencias, com tudo he notavel a differença, que se observa entre os vinte ou trinta primeiros gráos, contando do ponto da ebolição; e mostra quanto

mais rapidamente passa o calor noar humido, do que no ar secco.

O mesmo vagar com que o mercurio desceo no thermometro N. 4, desta experiencia, desde os 30° até os 20, e desde os 20° até os 10°, póde de alguma sorte ser attribuido á grande potencia do ar humido, de que estava cercado; porque, naõ estando totalmente submergido na agua de neve o cylindro, em que o thermometro estava encerrado, e o ar humido; he claro que a parte que ficava fóra da agua, estava necessariamente cercada pelo ar atmospherico, o qual estando muito mais quente do que a agua communicava ao vidro parte do seu calor; e este calor passando-se ao ar humido que continha o cylindro, logo que este ar estava mais frio que o ar exterior, se communicava por este meio á bola do thermometro, o que impedia esfriar-se esta taõ promptamente, como acontecia a naõ haver esta circunstancia. Mas fazendo-se o tempo mais frio, heide repetir esta experiencia de maneira que a ponha fóra de toda a duvida.

Naõ posso deixar de observar aqui com que sabedoria, e com que bondade infinita a Providencia parece querernos preservar dos perniciosos effeitos do frio extremo e do calor excessivo da atmosphera; porque se fosse pos-

si-

sivel que o ar fosse taõ humido e espesso; durante o Inverno, como algumas vezes he no veraõ, a sua potencia conductora, e por consequencia o seu frio apparente, sendo applicado aos nossos corpos, se augmentaria de maneira, por este gráo de humidade, que seria quasi impossivel supportallo; mas felismente para nós, á medida que o seu frio augmenta, diminue a sua faculdade de manter a agua em disoluçaõ, e ao mesmo tempo a propriedade de privar os nossos corpos do seu calor animal. Ninguem deixa de ter notado quanto he desagradavel hum gráo de frio moderado, quando o ar está humido; donde parece que o thermometro naõ mede sempre exactamente o calor sensivel, ou apparente da atmosphera.

Se os catharros, e defluxos provem de serem os nossos corpos privados do seu calor animal, naõ he espantoso que reinem estas molestias mais commummente durante as chuvas do Outono, ou no tempo em que se derretem as neves da Primavera. Esta mesma razaõ dá á conhecer o perigo de nos deitarmos em camas ou lençoes humidos, e habitarmos em casas que naõ sejaõ bem seccas; e porque o ar da tarde taõ pernicioso no Veraõ e Outono, naõ o he assim durante as grandes neves. Sabios Physicos e intelligentes Medicos tem procu-

curado explicar como se produz o gráo, ou, para melhor dizer, a quantidade extraordinaria de calor, que os corpos animaes, expostos ao frio, perdem, além do que lhe he communicado pela atmosphera, nos dias de veraõ: mas naõ será mais provavel que a differença das quantidades do calor, realmente perdidas ou communicadas, he infinitamente menor do que elles tem imaginado? A exploraçaõ desta materia, he certamente interessantissima, e merecia bem que fosse o sugeito de experiencias bem imaginadas, e bem conduzidas. Mas deixo por agora este objecto interessante, para continuar a relaçaõ das minhas experiencias.

Tendo achado taõ grande differença entre as potencias conductoras do ar commum, e do vacuo de Torricelli, desejei conhecer as potencias conductoras deste ar nos seus differentes gráos de densidade. Para esta experiencia preparei o thermometro N. 4, fechando hum dos pequenos tubos de vidro que atravessaõ a rolha, e entraõ no cylindro; pondo huma valvula na abertura exterior do outro tubo. Disposto o instrumento por esta maneira, o metti debaixo do recipiente da maquina pneumatica, onde o ar sahia livremente do globo e do cylindro, tocando-se a bomba; mas prevenia a sua entrada no mesmo tubo a val-

valvula de que fallei, quando se introduzia o ar no recipieute. O index da maquina pneumatica indicava até que ponto se tinha rarefeito o ar dentro do recipiente, e por consequencia, o gráo de densidade do ar, que enchia o globo e o cylindrico, e que cercava consequentemente o thermometro.

Fiz as seguintes experiencias com este instrumento estando o tempo bom e claro, e o mercurio no barometro em 27 pollegadas e nove linhas, o thermometro em 15°, e o hygrometro a 47°.

Exp. N. 20.

Therm. N. 4.

Cercado de ar ordinario, o barometro em 27 pollegadas 9 linhas.

Tirado da agua de neve e mergulhado na agua fervente.

Temp. decor.	*Calor adquir.*
min. seg.	0°
0 31	10
40	20
41	30
47	40
1 4	50
1 25	60
2 28	70
10 17	80

7′ 36″ Tempo Empregado para aquecer desde 0° até 70°.

Exp. N. 21.

Therm. N. 4.

Cercado de ar rarefeito pela bomba pneumatica até que o index marcasse 6 pollegadas, 11 $\frac{1}{2}$ linhas.

Tirado da agua de neve e mergulhado na agua fervente.

Temp. decor.	*Calor adquir.*
min. seg.	0°
0 31	10
38	20
44	30
51	40
1 7	50
1 19	60
2 27	70
10 21	80

7′ 37″ Tempo Empregado para aquecer desde 0°. até 70°.

Exp. N. 22.

Therm. N. 4.

Cercado de ar rarefeito pelo mesmo modo até que o index da bomba mostrasse 1 pollegada 2 linhas.

Tirado da agua de neve e mergulhado na agua fervente.

Temp. decor.	*Calor adquir.*
min. seg.	0°
0 29	10
36	20
49	30
1 1	40
1 1	50
1 24	60
2 31	70
Naõ obs.	80

7′ 51″ Tempo Empregado para aquecer desde 0° até 70°.

Confesso que me admirou bastante o resultado destas experiencias; porém como a descoberta da verdade era o unico objecto das minhas explorações (visto que naõ tinha systema nenhum particular que me propuzesse defender) naõ me mortificava vê-la debai-

baixo de qualquer aspecto que ella se me apresentasse.

Espero que novas experiencias me faraõ descobrir a causa da pequena differença que existe entre as potencias conductoras da do ar mais ou menos rarefeito, ao mesmo tempo que he taõ grande a differença entre a potencia conductora do ar, e a do vacuo de Torricelli. Por agora naõ quero arriscar conjecturas sobre esta materia; mas sempre me atrevo a assegurar, que posso affirmar a exacçaõ das experiencias que fiz.

Tendo expirado o tempo da minha demora em Manhein (onde tinha tido a honra de acompanhar a Sua Alteza Eleitoral Bavaro-Palatina), naõ pude levar adiante as minhas indagações; mas pertendo renovallas logo que para isso tenha occasiaõ; pelo que já mandei preparar noves instrumentos e hum apparato novo. Sua Alteza Eleitoral houve por bem ordenar a M. Artaria que me houvesse de ajudar no curso das minhas experiencias; e naõ duvido que, tendo taõ brilhante protecçaõ, como he a do meu Soberano, e hum soccorro tal, qual he o de M. Artaria, os meus trabalhos seraõ coroados com o melhor successo.

Agora passo a referir algumas experiencias que fiz para determinar as potencias con-

ductoras da agua e do mercurio, ao que ajuntei huma taboa, que reunirá debaixo do mesmo ponto de vista as potencias conductoras dos differentes meios, que experimentei.

Enchi o globo de vidro, que encerrava a bola do thermometro N. 4 primeiramente com agua, e depois com mercurio; e fiz as seguintes experiencias para determinar as potencias conductoras destes dous fluidos.

Experiencia N. 23.

Thermometro N. 4.

Cercado de agua.

Tirado da agua de neve, e mettido na agua fervente.

Tempo decor.		*Calor adque.*
min.	*seg.*	
0′	19″	10°
	8	20
	9	30
	11	40
	15	50
	21	60
	34	70
2	13	80
1′	57″	Tempo necessario para aquecer de 0° até 70°.

Experiencia N. 24.

Thermometro N. 4.

Cercado de mercurio.

Tirado da agua de neve, e mettido na agua fervente.

Tempo decorido						Calor adquerido.
Exp. N.24.		Exp. N.25.		Exp. N. 26.		
m.	*s.*	*m.*	*s*	*m.*	*s.*	0°
0	5	0	5	0	5	10
	4		2		5	20
	2		2		4	30
	4		5		5	40
	4		4		7	50
	7		4		8	60
	15		9		14	70
não ob.		0	58	não ob.		80
0	41	0	31	0	48	Totalidade dos tempos necessarios para aquecer de 0° até 70°.

A totalidade dos tempos necessarios para aquecer o instrumento de 0° até 70°, estando elle cercado de mercurio, foi, nas experiencias antecedentes, 41 segundos, e 31 segundos, e 48 segundos; por tanto o termo medio destes tempos he 36 segundos $\frac{2}{3}$: na experiencia feita com agua, o tempo empregado para adquirir o mesmo gráo de calor foi de 1′ 57″ = 117 segundos; donde se vê, que a potencia conductora do mercurio está para a potencia conductora da agua (nas circunstancias referidas) na razaõ inversa de 36 $\frac{2}{3}$ para 117, ou como 1000 para 313; o que indica a razaõ, porque o mercurio *parece* muito mais quente, ou muito mais frio ao toque, do que a agua, quando de facto elle está na mesma temperatura; porque a força e violencia da sensaçaõ do *calor*, ou do *frio* naõ depende inteiramente da temperatura do corpo que excita estas sensações, ou do gráo de calor que elles realmente possuem, mas da quantidade de calor que o tal corpo he capaz de nos communicar, ou que pelo mesmo modo póde receber n' hum curto espaço de tempo; por outras palavras, da intensidade da communicaçaõ: e esta intensidade depende em grande parte das potencias conductoras dos corpos que produzem a senssaçaõ.

A sensaçaõ do calor *quente* he causada do

calor nos nossos corpos; e a *fria* pela sua sahida; e tudo o que contribue para facilitar ou accelerar esta communicaçaõ augmenta a intensidade da sensaçaõ; o que tambem mostra que o thermometro naõ póde ser sempre medida justa do calor ou do frio *sensivel* que existe nos corpos; ou antes que o sentido do tacto naõ nos dá precisa indicaçaõ da temperatura real dos corpos.

Taboada

Das *potencias conductoras* dos differentes meios nella mencionados, segundo o resultado das experiencias antecedentes.

	Thermometro. N°. 4. Tirado da agua de neve, e mergulhado na agua fervente.										*Termometro.* N° 1.	
Calor adquirido.	Mercurio Exp. N. 24. 25, e 26.		Agua Exp. N. 23.		Ar humido Exp. N. 18.		Ar rarefeito densidade $\frac{1}{24}$ Exp. N. 22.		Ar rarefeito densidade $\frac{1}{2}$ Exp. N. 21		Ar ordinario densidade 1. Exp. N. 20.		Vacuo de Torricelli Exp. N. 3, 4, e 13.	
0°	*min.*	*seg.*	*min.*	*seg.*	*min.*	*seg.*	*min.*	*seg.*	*min.*	*seg.*	*min.*	*seg.*	*min.*	*seg.*
10	0	5	0	19	0	6	0	29	0	31	0	31	0	52
20		3 $\frac{2}{3}$		8		4		36		38		40		58
30		2 $\frac{1}{3}$		9		5		49		44		41	1	3
40		4 $\frac{1}{3}$		11		9	1	1		51		47	1	18
50		5		15		18	1	1	1	7	1	4	1	25
60		6 $\frac{1}{3}$		21		26	2	24	1	19	1	25	1	58
70		24 $\frac{2}{3}$		34		43	2	31	2	27	2	28	3	19
80		58	2	13	7	45			10	21	10	17	11	57
	0	36 $\frac{2}{3}$	1	57	1	51	7	51	7	37	7	36	10	53

Tempo necessario para aquecer a agua de 0° até 70°.

Na determinaçaõ das potencias conductoras dos differentes meios, comparei os tempos necessarios para aquecer o thermometro desde 0° até 70, em vez de tomar a totalidade do tempo desde 0° até 80°; porque a pequena differença occasionada no calor da agua fervente pela variaçaõ do pezo da atmosphera, em razaõ do vagar no movimento do mercurio desde 70° até 80°, fazia alguma cousa difficil o determinar com exacçaõ o tempo preciso, em que o mercurio chegava a 80° gráos.

Suppondo a potencia conductora do mercurio = 1000, as potencias condutoras dos outros meios, segundo o resultado das experiencias acima referidas, devem estar nestas proporçõe.

Mercurio — — — — — —	1000 —
Ar humido — — — — —	330 —
Agua — — — — — — —	313 —
Ar ordinario, densidade 1 —	80 $\frac{41}{100}$
Ar rarefeito, densidade $\frac{1}{4}$ —	80 $\frac{23}{100}$
Ar rarefeito, densidade $\frac{1}{24}$ —	78 —
Vacuo de Torricelli — —	55 —

Segundo estas porporçõe se póde calcular as quantidades de calor, que estes differentes meios podem transmittir em hum dado tempo. Consequentemente estes numeros exprimem as temperaturas relativas *sensiveis* destes dif-

fe-

ferentes meios, assim como as suas potencias conductoras. He só a experiencia quem póde determinar, se os mesmos resultados teraõ lugar em outras circunstancias; o que póde ser o objecto de explorações naõ só mui curiosas em si, mas interessantissimas ao bem da sociedade.

Eu desejo que as minhas experiencias possaõ induzir outras pessoas a penetrar mais esta carreira pouco trilhada, em quanto eu estou resolvido a continuar as minha indagações.

No curso dos trabalhos que para o futuro emprehender, naõ me limitarei a determinar as potencias conductoras dos fluidos; os corpos solidos, e particularmente os que se empregaõ nos vestidos seraõ tambem objecto dos meus exames, os quaes, posto que já principiados, naõ appareceraõ com os seus resultados senaõ daqui a tempos.

MEMORIA II.

Determina-se pela experiencia a proporçaõ de calor das differentes substancias, que se usaõ nos vestidos artificiaes. Proporções do calor de varias coberturas da mesma grossura, e formadas com as mesmas substancias, mas com densidades differentes. Calor relativo das coberturas com iguaes quantidades da mesma substancia, mas differentemente dispostas. Experiencias destinadas a examinar até que ponto a propriedade, que possuem os corpos de encerrar o calor, depende das suas qualidades chimicas. Experiencias com o carvaõ de lenha, *com o preto a que chamaõ* póz de çapateiro, *e com* cinzas de lenha. *Notavel experiencia com* o pó do fogaõ (discopodium). *Todas estas experiencias mostraõ, que o ar que occupa os intersticios das substancias empregadas para formar as coberturas, proprias a encerrar o calor, tem huma parte essencial nesta operaçaõ. Estas substancias parecem impedir o ar a transmissaõ do calor. Indagações sobre a maneira porque isto se effectua. Estas indagações nos conduzem a certa experien-*

encia decisiva a qual prova que o ar he hum perfeito naõ conductor do calor. *Esta descoberta subministra os meios de explicar muitos phenomenos interessantes na ordem da natureza.*

(*Lida na Sociedade Real aos* 19 *de Janeiro de* 1792).

EXPERIENCIAS.

Sobre o calor pelo Conde de Rumford.

Extracto das Transacçõe Philosophicas. Anno de 1792.

NA Memoria precedente annunciei a minha tençaõ de referir as tentativas que pertendia fazer, para o exame, e exploraçaõ das differentes questões sobre o calor. E espero que esta interessante materia, de que passo a occupar-me, merecerá a attençaõ dos Sabios.

He objecto de taõ grande importancia na economia animal a maneira de conservar, e dirigir o calor, que suppuz devera limitar as

minhas indagações a estes dous pontos. Pareceo-me, que as descubertas, que poderia fazer nesta materia, seriaõ de alguma vantajem para a sociedade; e este motivo mais do que nenhum outro, me impellio a continuar os trabalhos sobre o mesmo sugeito.

Se fossem conhecidas as leis da communicaçaõ do calor de hum corpo para outro, poder-se-hia sempre, com certeza, tomar as medidas para encerrar o calor, e dirigir as suas operações; e naõ somente se lucraria na economia das materias, que se empregaõ nos vestidos, e no alimento do fogo, mas tambem se augmentariaõ ao mesmo tempo os prazeres, e commodidades da vida; objectos, que já mais o Philosopho deve perder de vista.

A derrota que segui no emprego destas explorações, foi a que suppuz mais conveniente para me conduzir a descubertas uteis. Sem me encostar a nenhuma theoria particular, formei o meu plano de indagações experimentaes, que imaginei poderia conduzir-me ao conhecimento de certos factos, que nós realmente ignoramos, ou sobre que temos escassas luzes, naõ obstante serem factos verdadeiramente importantes.

Hum dos principaes objectos da minha pesquiza era determinar, se fosse possivel, a causa do calor de certos corpos; ou co-

nhe-

nhecer as circunstancias de que depende a sua faculdade de reter o calor; o que, por outros termos, naõ he outra cousa mais do que determinar a causa da potencia conductora, ou naõ conductora dos corpos.

Para chegar a este fim, comecei determinando, por experiencias, as potencias conductoras relativas de muitos corpos de differentes especies, tanto fluidos, como solidos; materia esta que fora já tratada na Memoria precedente; por tanto vou a reazumir este objecto no lugar em que o deixei, e descrever a continuaçaõ das minhas indagações.

Tinha eu descoberto, que o vacuo de Torricelli he muito peior conductor do que o ar ordinario; e havia eu tambem acertado as potencias conductoras do ar, da agua, e do mercurio, em differentes circunstancias: pelo que procedi ao exame das potencias conductoras de varios corpos solidos, e particularmente das substancias, que se empregaõ nos vestidos.

Eis-aqui o como procedi nestas experiencias: Tomei hum thermometro de mercurio (1), cujo globo tinha de diametro $\frac{55}{100}$ de pollegada, e o tubo dez pollegadas de comprimento, e suspendi este thermometro no ei-

xo

(1) Veja-se a descripçaõ deste instrumento na Memoria antecedente fig. 4.

xo de hum tubo de vidro cylindrico determinado por hum globo de huma pollegada e $\frac{6}{10}$ de diametro de maneira, que o centro da bola do thermometro occupava o meio do globo: desta sorte podia encher o espaço comprehendido entre a superficie interior do globo, e a interior da bola do thermometro com a substancia, cuja potencia conductora se queria verificar; e se aquecia este thermometro, mergulhando o em agua fervente; e, havendo elle neste banho adquirido certa temperatura, se mergulhava na mistura de agua de neve, e neve espedaçada, observando se, e marcando-se o tempo do resfriamento.

Estava o thermometro dividido de dez em dez gráos desde o°, ou ponto da congelaçaõ até 80°, ou ponto da agua fervente; e estas divisões eraõ marcadas sobre o tubo com ponta de diamante; e, como o tubo cylindrico exterior estava vasio, podia muito bem ver-se pelo vidro a altura do mercurio no thermometro.

Este instrumento estava firme no seu lugar por meio de huma rolha de cortiça, que tinha obra de meia pollegada de comprido, e servia de arrolhar o cylindro; a extremidade do tubo do thermometro permeava o centro desta rolha, e estava nella segura como he tume.

Pas-

Passo agora á explicar a maneira, por que se introduziaõ no globo as substancias, cuja potencia conductora se queria determinar: Puxava-se o thermometro para fóra do tubo cylindrico, e se introduziaõ no globo dous terços das substancias, que se queriaõ experimentar, e o resto dessas substancias se arranjava ao redor do thermometro; e por fim mettia-se o instrumento no seu lugar dentro no tubo, calcando-se-lhe por baixo parte das substancias da experiencia; de modo que cercassem bem a bola do thermometro; e este arranjo se fazia com hum fio de arame que se introduzia pela rolha do cylindro.

Havia este instrumento sido já construido com o projecto de medir com elle a passagem do calor nas substancias, de quem se queria examinar a potencia conductora; e por isso lhe dei o nome de *thermometro de passagem*.

Como quer que tenha já feito a descripçaõ deste instrumento tanto nesta memoria, como na precedente, sempre que for obrigado daqui em diante a fallar, nelle naõ entrarei nas suas circunstancias pelo miudo; e me contentarei sómente com indicar a sua grandeza, o diametro das suas respectivas bolas, o diametro dos cylindros, e a extensaõ da divisaõ dos tubos: por quanto estou persuadido, que estes dados seraõ sufficientes para a intelligencia do que houver dizer.

Na maior parte das minhas experiencias precedentes para determinar a potencia conductora de qualquer corpo, se introduzia este no globo do thermometro de passagem; esfriava-se o instrumento até á temperatura de agua de neve, e entaõ se mergulhava repentinamente em agua fervente, observando-se os tempos necessarios para aquecer o instrumento de dez em dez gráos, marcando-se isto cuidadosamente: e notei já que estes tempos estavaõ na razaõ inversa das potencias conductoras dos corpos. Porém nas experiencias que vou a referir, fiz esta operaçaõ no sentido contrario; quero dizer, em vez de observar os tempos necessarios para aquecer os corpos, principiei por aquecer o apparato em agua fervente, e mergulhei ao depois na mistura de agua de neve e neve espedaçada, observando entaõ os tempos do resfriamento. Preferi este methodo ao primeiro, naõ só porque me pareceo muito mais facil observar as variaçôes do thermometro mergulhado na mistura de agua e neve, do que sendo mettido em hum vaso de agua fervente, onde se levantaõ vapores; mas tambem pela maior exactidaõ de que esta experiencia he susceptivel; pois, variando o calor da agua fervente na razaõ das differentes pressões da atmosphera, por consequencia mostrariaõ differentes rezultados as

ex-

experiencias, feitas em differentes epocas, e naõ poderiaõ ser rigorosamente comparadas: por outra parte a temperatura da neve quebrada, misturada com agua, he sempre a mesma; e o rezultado das experiencias com ella feitas será uniforme.

Geralmente naõ aquecia o thermometro até á temperatura da agua fervente; por ser esta variavel, como já observei; e assim que o mercurio tocava o 75° da escala, o retirava immediatamente da agua fervente, e o mergulhava na mistura de agua e neve; ou para maior exacçaõ, deixava o mercurio elevar-se hum gráo acima dos 75°; e retirando-o entaõ da agua fervente, o tinha acima do vacuo, que continha a neve quebrada e agua, prompto para o mergulhar nesta mistura ao momento, em que o mercurio descendo passase o 75°.

Tinha junto a mim hum relogio que mostrava meios segundos (que tinha o cuidado de contar): marcava o tempo da passagem do mercurio em cada divisaõ do thermometro desde 70° de dez em dez até o decimo gráo da escala. Poucas vezes continuei o resfriamento até 0°, que he a temperatura da neve derretida, porque esta operaçaõ era dilatada em demasia, e naõ tinha vantajem alguma particular. A determinaçaõ dos tempos do resfriamento na extensaõ de 60°, escala

de

Reaumur, que he de 70° até 10°, me pareceo sufficiente para estabelecer com precisaõ a potencia conductora de qualquer corpo.

Durante o tempo do resfriamento, mudava continuamente o lugar ao thermometro, que estava na agua nevada, movendo-o de huma parte para outra; e tinha sempre neve espedaçada misturada com agua quanta fosse bastante para cobrir a superficie da agua; commeçando por encher de neve quebrada o vaso de barro, que devia conter a mistura, deitando-lhe ao depois agua, e lançando-lhe de quando em quando mais neve quebrada.

Tendo descripto o apparato que empregava nestas experiencias, e a maneira de proceder, passarei a referir as mesmas experiencias.

A minha primeira tentativa foi procurar descobrir as potencias conductoras relativas das substancias, que ordinariamente se empregaõ nos vestidos. Por consequencia munime de certa quantidade de *seda crua* (tal qual fiaõ os bichos da seda); de *laã* de *algodaõ;* de *linho* em fios, tirados do melhor panno de Irlanda; da parte mais fina do pelo comprido *do castor* tirado da pelle; *pello mais fino de lebre da Russia*, e de *amidaõ*: introduzia o pezo de 16 gráos destas substancias no globo do thermometro de passagem, e, arranjando com cuidado para cercar por igual

o

o globo do thermometro, aquecia o apparato em agua fervente, como já observei; e mergulhando-o na agua nevada, marcava o tempo do resfriamento.

Mas como os intersticios destes corpos, assim arranjados no globo, estavaõ cheios de ar, fiz primeiro a experiencia do ar só; e tomei o resultado desta experiencia como termo de comparaçaõ para todas as outras, o resultado destes tres foi o seguinte.

O globo do thermometro cercado de ar.

Calor perdido.	Exp. N. 1. Tempo decorrido.	Exp. N. 2. Tempo decorrido.	Calor adquirido.	Exp. N. 3. Tempo decorrido.
70°	«	«	10	«
60	38″	38″	20	39
50	46	46	30	43
40	59	59	40	53
30	80	79	50	67
20	122	122	60	96
10	231	230	70	175
Totalidade do tempo.	576″	574″		473″

A taboa seguinte indica o resultado das experiencias feitas com as differentes substancias acima mencionadas.

Calor perdido.	Ar	Seda crua 16 grãos.	Laã ordinaria 16 grãos.	Algodaõ 16 grãos.	Fios de linho 16 grãos.	Pello de castor. 16 grãos.	Pello de lebre 16 grãos.	Amidaõ 16. grãos.
	Exp. N. 1.	Exp. N. 4.	Exp, N. 5.	Exp. N. 6.	Exp. N. 7.	Exp. N. 8.	Exp. N. 9.	Exp. N. 10.
70°	«	«	«	«	«	«	«	«
60	38″	94″	79″	83″	80″	99″	97	98″
50	46	110	95	95	93	116	117	116
40	59	133	118	117	115	153	144	146
30	80	185	196	152	150	185	193	192
20	122	273	238	221	218	265	270	268
10	231	489	426	378	376	478	494	485
Totalidade do tempo.	576″	1284″	1118″	1046″	1032″	1296″	1315″	1305″

O calor de hum corpo, ou a sua faculdade de encerrar o calor, está na razaõ do poder, que esse corpo tem de resistir á passagem do fogo, que he a *potencia* naõ conductora, o tempo que hum corpo emprega em se esfriar, estando cercado por qualquer meio que o calor tenha de atravessar, está em iguaes circunstancias, na razaõ da resistencia que o meio oppõem á passagem do calor; donde se segue que o calor dos corpos designados na taboa precedente está na razaõ dos tempos do resfriamento; e as potencias conductoras na razaõ inversa destes tempos, como fica antecedentemente mostrado.

Pelo resultado das experiencias antecedentes se conclue, que, entre as differentes substancias que se empregáraõ, o pello de lebre he a substancia mais quente; ao depois o pello de castor; dahi a seda crua, a laã de ovelha, o algodaõ, e em fim os fios de linho finissimo. Porém confesso que a differença de calor nestas substancias foi muito menos consideravel do que esperava.

Suppunha eu que isto nascia de serem differentes os volumes ou a construcçaõ solida destas substacias, posto que fossem iguaes no pezo, em razaõ das differentes gravidades especificas; e como naõ era facil determinar com exacçaõ estas gravidades especificas, para

ra

ra se conhecer até que ponto a differença conhecida de volume, ou a qualidade da mesma substancia, sempre encerrada no mesmo espaço, poderia accelerar o resfriamento, ou retardallo, por outros termos, poderia augmentar ou diminuir o calor deste envoltorio, fiz as tres experiencias seguintes.

Na primeira o tubo do thermometro estava cercado com 16 grãos de amidaõ; na segunda com 32 grãos; e na terceira com 64 grãos, occupando a substancia, em todas as tres experiencias, exactamente o mesmo espaço, que era a capacidade interior do globo de vidro, em cujo centro se achava a bola do thermometro; consequentemente a grossura do envoltorio que cercava o thermometro era a mesma, ao mesmo tempo que variava a densidade nas proporções 1, 2, e 4.

O resultado das experiencias foi o seguinte.

O globo do thermometro cercado de amidaõ.			
Calor perdido.	16 grãos. Exp. N. 11.	32 grãos. Exp. N. 12.	64 grãos. Exp. N. 13.
70°	«	«	«
60	97″	111	112
50	117	128	130
40	145	157	165
30	192	207	224
20	267	304	326
10	486	565	658
Totalidade dos tempos.	1304″	1472″	1615″

Sem me demorar a tirar conclusões do resultado destas experiencias, continuarei a dar conta de outras tentativas e ensaios, que desenvolvem mais particularmente a natureza de algumas circunstancias, de que depende o calor das coberturas.

Tendo achado pelo resultado das ultimas experiencias, que a densidade da cobertura augmenta sempre o seu calor, continuando a grossura a ser a mesma; procurei descobrir até que ponto esta *disposiçaõ particular* contribuia para que o calor a podesse penetrar mais, ou menos facilmente, sendo identicas a grossura e quantidade de materia.

Pela disposiçaõ particular entendo o arranjamento das partes da substancia que formaõ

a

a cobertura; assim podem ellas ser divididas em extrema finura, como a seda fiada pelos vermes; e podem igualmente ser divididas no espaço que occupaõ, formando hum tecido mais grosso em maiores massas, que deixem maiores intersticios, como os fios dos pannos, ou linhas.

Se o calor naõ podesse atravessar as substancias que se usaõ para cobertura; e se o calor da cobertura dependesse unicamente da difficuldade que o calor encontra na sua passagem, atravessando as substancias ou partes solidas de que essas coberturas saõ compostas; neste caso o calor da cobertura estaria sempre, em iguaes circunstancias, na razaõ da quantidade de materia de que a cobertura he composta; porém tanto a experiencia antecedente, como a seguinte mostraõ que isto naõ he assim.

Tendo determinado na experiencia N. 4. o calor de 16 grãos de seda crua, repeti a mesma experiencia com a mesma quantidade, ou pezo igual de fios tirados de tafetá branco; e ao depois com a mesma quantidade de retrós cortado em pedacinhos de duas pollegadas de comprido.

A taboa seguinte indica o resultado destas tres experiencias.

Calor perdido.	Seda crua 16 grãos.	Fios de tafetá 16 gr.	Retrós cortado 16 gr.
	Exp. N. 4.	Exp. N. 14.	Exp. N. 15.
70	»	«	«
60	94	90	67
50	110	106	79
40	133	128	99
30	185	172	135
20	273	246	195
10	489	427	342
Totalidade dos tempos.	1284″	1169″	917″

Observar-se-ha, que sendo identicas as qualidades de seda em todas as tres experiencias, e occupando sempre o mesmo espaço, foi com tudo muito differente o calor das coberturas que ellas formavaõ; o que se póde attribuir á differença da disposiçaõ ou fabricaçaõ da materia prima.

A seda crua era finissima, e distribuida com muita igualdade no espaço que occupava, e formava huma cobertura quente.

Eraõ tambem finissimos os fios de tafetá naõ tanto, como a seda crua; e por consequencia eraõ maiores os intersticios entre estes fios, e a cobertura menos quente: mas os fios de retrós eraõ muito menos finos, e desigualmente distribuidos no espaço em que estavaõ encerrados; e consequentemente formavaõ huma muito má cobertura para encerrar o calor.

Do resultado das ultimas cinco experiencias he evidente, mettido pelo intersticio dos corpos, que se empregaõ nas coberturas, tem huma importante parte na operaçaõ de encerrar o calor. Mas deixarei o exame desta circunstancia para depois dar conta de outras experiencias, que servem para illustrar materia.

Antes porém de passar adiante, transcreverei o resultado de tres experiencias, ou, para melhor dizer, de huma experiencia, que repeti tres vezes no mesmo dia, para saber pela uniformidade dos seus resultados até que ponto se podem julgar decisivas as experiencias feitas, segundo o methodo que fica descripto.

O globo do thermometro de passagem estava cheio de 16 graõs de algodaõ; o instrumento foi aquecido, e esfriado tres vezes, e os tempos do resfriamento foraõ observados da maneira seguinte.

Calor perdido.	Exp. 16.	Exp. 17.	Exp. 18.
70°	«	«	«
60	82	84	83
50	96	96	95
40	118	117	116
30	152	153	151
20	221	221	220
10	380	377	377
Totalidade do tempo.	1049″	1047″	1042″

A differença dos tempos do resfriamento nestas tres experiencias foi muito pouco consideravel; e posto que os tres resultados pareçaõ mui regulares, naõ o foraõ mais, do que nas outras experiencias feitas pela mesma maneira, das quaes muitas foraõ repetidas duas, e tres vezes, naõ obstante transcrever eu o resultado huma só vez, o que faço para abbreviar esta Memoria.

E continuando a dar conta das minhas indagações relativamente a causa dos vestidos quentes, tendo achado que a finura, e a distribuiçaõ igual de hum corpo, e de huma substancia, empregada na formaçaõ das coberturas proprias a reter o calor, contribuisse tanto para o calor da cobertura, desejei ao depois examinar o effeito da condensaçaõ da cobertura, sendo a materia a mesma, mas diminuindo lhe a grossura na razaõ da densidade.

Tomei 16 graõs de retroz ordinario, nem mui fino, nem mui grosso; e enrolando-o ao redor do globo do thermometro de maneira, que o cobrisse inteiramente, e em grossura por igual, quanto fosse possivel, tornei a pôr o thermometro na sua capa de vidro; aqueci-o em agua quente, e o mergulhei depois em agua de nevel, como na experiencia antecedente.

Fiz a experiencia seguinte para achar esta influencia. Na taboa seguinte se indicaõ os resultados desta experiencia; e para que se possaõ comparar com as outras experiencias, feitas com a seda differentemente fabricada, reuni os seus resultados na mesma taboa.

Calor perdido.	Seda crua 16 graõs.	Fios de tafetá.	Retroz cortado em pedaços 16 graõs.	Retroz em todo o seu comprimento enrolado ao redor da bola do thermometro 16 graõs.
	Exp. N. 4.	Exp. N. 14.	Exp. N. 15.	Exp. N. 19.
70	»	«	«	«
60	94″	90″	67″	46
50	110	106	79	62
40	130	128	99	85
30	185	172	135	121
20	273	246	195	191
10	489	427	342	399
Totalidade dos tempos.	1284″	1169″	179	904″

He muito notavel, que parecendo ter a cobertura formada pelo retroz, na experiencia 19, taõ pouca força de reter o calor, estando o instrumento muito quente, ou logo que era mergulhado na agua nevada; com tudo ao depois, quando o calor do thermometro se approximava ao calor do meio, que cercava a potencia do envoltorio em reter o calor, que estava na bola do thermometro, parecia muito maior, que a do retroz na experiencia N.° 15; porque o tempo do resfriamento desde 20° até 10° foi em huma 339″, e na outra experiencia de 342″. O mesmo resultado se observará nas experiencias seguintes, em que o globo do thermometro foi envolvido com laã fiada, algodaõ, fios de linho em rama, do mesmo modo que se fez uso do retroz na ultima experiencia.

A taboa seguinte indica o resultado destas experiencias, feitas com as diversas substancias fiadas; e para que os resultados destas experiencias feitas com a mesma materia se podessem entre si comparar facilmente, os colloquei huns a par dos outros. Ajuntei unicamente de mais o resultado de huma experiencia, em que se empregáraõ 16 grãos de panno de linho finissimo, para cobrir a bola do thermometro, o qual panno rodeava o thermometro nove vezes, estando prezo por cima e por baixo da bola de maneira, que a cobria perfeitamente.

O globo do thermometro cercado de panno de linho mui fino 16 grãos.	O globo do thermometro cercado de fio mui delgado 16 grãos.	O globo do thermometro cercado de fios de panno de linho 16 grãos.	O globo do thermometro cercado de algodaõ fiado 16 grãos.	O globo do thermometro cercado de algodaõ em rama 16 grãos.	O globo do thermometro cercado de laã fiada 16 grãos.	O globo do thermometro cercado de laã ordinaria 16 grãos.	Calor perdido.
Exp. N. 23.	Exp. N. 22.	Exp. N. 7.	Exp. N. 21.	Exp. N. 6.	Exp. N. 20.	Exp. N. 5.	
«	«	«	«	«	«	«	70
42″	46″	80″	45″	85″	46″	79″	60
56	62	93	60	95	63	95	50
74	83	115	83	117	89	118	40
108	117	150	115	152	126	162	30
178	180	218	179	221	200	238	20
318	385	376	370	378	410	426	10
783″	873″	1032″	852″	1046″	934″	1118″	Totalidade dos tempos.

Segundo as idéas, que havia formado das causas do calor das coberturas, me pareceo natural que qualquer substancia fiada, que cobrisse immediatamente a bola do thermometro, formaria huma cobertura menos quente, do que a laã natural, ou do que outro qualquer material crú, que envolvesse a bola do thermometro naõ taõ apertadamente, occupando por isso maior espaço. Confesso, que me admirou achar taõ grande differença de calor relativo nestas duas coberturas, quando eraõ empregadas para reter gráos de temperatura mui elevados, ou quando o calor, que continhaõ, se afastava muito da temperatura do meio, que as cercava. Foi esta differença mui notavel nas experiencias da laã crua e laã fiada: o calor da cobertura, formado por 16 gráos da primeira, estava para o calor dos 16 gráos da segunda, estando a bola do thermometro em 70°, e resfriada até 60°, assim como 79 para 46 (o meio ambiente em 0°), mas ao depois nas experiencias com os fios e linhas, tendo diminuido consideravelmente o calor, a cobertura formada pelas linhas parecia mais quente, do que a outra formada pelos fios; naõ obstante que no principio da experiencia, sendo o calor muito maior, os fios eraõ mais quentes, que as linhas na proporçaõ de 80° para 46.

Por

Por estes dados se vê, qué huma cobertura póde ser, em certas circunstancias, muito conveniente para conservar os primeiros gráos de calor, mas mui pouco propria para reter consideraveis gráos de calor, e *vice versa*. Cuido que este facto parecerá novo; e penso que elle nos póde conduzir a ulteriores descobertas sobre a causa do calor das coberturas, e vestidos; ou sobre a maneira, porque o calor os penetra. Mas deixarei esta materia até acabar a narraçaõ das outras experiencias, que, me parece, nos daraõ sobre isto mais luzes.

As seguintes experiencias foraõ feitas com o designio de acertar, até que ponto a potencia, que os corpos parecem ter de reter o calor, quando esses corpos se empregaõ em coberturas, e vestidos, depende da natureza destes corpos considerados como substancias chimicas, ou como principios chimicos, de que os mesmos corpos parecem ser compostos.

Como se suppõem que o carvaõ de lenha he inteiramente composto de phlogisto, pareceo-me tambem, que se este principio fosse a causa da potencia conductora, ou naõ conductora dos corpos, que o contém, eu o poderia descobrir, fazendo experiencias com o cravaõ, do mesmo modo que fiz com os outros cor-

corpos. E tendo enchido o globo do thermometro de passagem com 176 grãos desta substancia, reduzida a pó bem peneirado, e tendo a bola do thermometro bem cercada com este pó, aqueci o instrumento em agua fervente, mergulhando-o depois na mistura de neve quebrada e agua; e observei, que os tempos do resfriamento foraõ, como se vê na taboa seguinte. Repeti ao depois a experiencia com pós de çapato, e com cinzas de lenha bem puras, e seccas, sendo os resultados destas experiencias os seguintes.

O globo do thermometro cercado de				
Calor perdido.	176 grãos de carvaõ reduzido a pó.	176 grãos de carvaõ reduzidos a pó.	195 grãos de pó de çapatos.	307 grãos de cinzas bem seccas.
	Exp. N. 24	Exp. N. 25.	Exp. N. 26.	Exp. N. 27.
70°	«	«	«	«
60.	79″	91″	124″	96″
50	93	91	118	92
40	100	199	134	107
30	139	133	164	136
20	196	192	237	185
10	331	321	394	311
Totalidade dos tempos	940″	937″	1171″	927″

A experiencia N. 25 naõ foi mais, do que huma repetiçaõ da outra N. 24, e se lhe seguio immediatamente depois; porém tirando o thermometro da bola, depois da primeira experiencia, se condensou mais o carvaõ para se fazer a segunda: e a esta circunstancia he devida a differença de resultados nestas experiencias.

Nas experiencias com pós de çapato, e cinzas de lenha, o tempo empregado para esfriar o instrumento desde 70° até 60° foi mais consideravel, que o de 60° até 50°: este effeito foi provavelmente devido á consideravel quantidade de calor, que estas substancias continhaõ, calor, de que ellas se haviaõ despojar primeiro antes de receber, e communicar ao meio ambiente, o que se continha no thermometro.

Fiz ao depois a seguinte experiencia com a semente do fungaõ (Lycopodium) que he huma substancia de propriedades mui extraordinarias. He quasi impossivel humedecella; e deitando-se certa quantidade della na superficie de huma jarra, que contenha agua, naõ sómente aboia sobre a agua sem se humedecer, mas até impede que os corpos, que a atravessaõ, e se mergulhaõ na agua, fiquem molhados de maneira, que se póde tirar huma peça de prata, ou cobre, ou outro qualquer

corpo solido, que esteja no fundo da agua, sem molhar a maõ, com que se lhe pega. Os Pelotiqueiros fazem muitas vezes esta habilidade, para divertir os camponezes; porque o pó cobre a maõ, e desce com ella ao fundo da agua, preservando-a do accesso do liquido. Esta substancia tem a apparencia de certo pó amarellado, fino, leve, e mobillissimo; he de natureza muito inflammavel de maneira, que, assoprando-a sobre huma luz por hum canudo, produz a explosaõ similhante á da polvora; e por isso se emprega frequentemente nos theatros para imitar relampagos.

Tinha eu boas razões para suppor, que havia grande attracçaõ entre esta substancia, e o ar; e suspeitando, por algumas circunstancias, que acompanháraõ as experiencias, antecedentes, que o calor das coberturas depende naõ sómente da finura da substancia de que a cobertura he formada, e da disposiçaõ das suas partes, mas que tambem de alguma sorte provém de certa attracçaõ entre a substancia, e o ar, que enche os seus intersticios, suppuz, que huma experiencia com a semente do fungaõ poderia illuminar esta materia; e vi, que a minha opiniaõ naõ era absolutamente errada, como se conhecerá pelo resultado das tres experiencias seguintes.

O globo do thermometro cercado com 256 grãos de pó de fungaõ.

Calor perdido	Esfriado.	Esfriado.	Calor adquirido.	Aquecido.
	Exp. N. 28.	Exp. N. 29.		Exp. N. 30.
70°	«	«	«	»
60	146″	157″	10	230″
50	162	160	20	68
40	175	170	30	63
30	209	203	40	76
20	284	283	50	121
10	502	513	60	316
—	—	—	70	1585
Totalidade dos tempos.	1478	1491″		2459″

Na derradeira experiencia (N. 30) cujo resultado foi taõ extraordinario, se arrefeceo o instrumento até 0°; em neve derretida, e ao depois se mergulhou repentinamente em agua fervente, onde ficou até subir a 70° o mercurio do thermometro, o que naõ durou menos de 2459 segundos, quasi 41 minutos; tendo estado o instrumento mais de minuto e meio na agua fervente, antes que o mercurio désse algum signal de ascençaõ; e logo que se poz em movimento, se elevou rapidamente desde 40° até 50°; depois diminuio gradualmente o movimento, fazendo se taõ lento,

que foraõ necessarios 1585 segundos, alguma cousa mais de 26 minutos, para o elevar de 60° até 70°, naõ obstante que a temperatura do meio, em que estava, fosse por todo este tempo 80°; e o mercurio no barometro estivesse em 27 pollegadas francesa.

Todas as substancias, excepto os fluidos, de que até entaõ tinha feito uso para cobrir, ou envolver o globo do thermometro, tinhaõ encerrado mais, ou menos o calor; e o tinhaõ impedido de entrar no thermometro, ou salir delle taõ rapidamente, como o houvera feito, se naõ se contivesse se naõ ar no globo de vidro, em cujo centro estava suspendida a bola do thermometro. Mas a questaõ principal he saber como, ou de que maneira, estas substancias produziaõ este effeito.

Primeiramente naõ era este phenomeno produzido em consequencia da sua potencia naõ conductora, considerada só per si; porque, se em vez de se considerarem estas substancias como máos conductores do calor, se suppuzesse que ellas eraõ absolutamente impenetraveis a este agente, os seus volumes, ou solidez eraõ taõ inconsideraveis, relativamente á capacidade do globo, em que ellas estavaõ, que a naõ terem produzido algum effeito no ar, que enchia os seus instreticios, este ar seria bastante para conduzir to-

todo o calor communicado em menos tempo do que se gastou na experiencia.

O diametro do globo era 1, 6 de pollegada, e a sua capacidade era de 2, 14466 de pollegada cubicas; mas como o diametro do thermometro era sómente de 0, 55 de pollegada, e a sua capacidade de 0, 08711 de pollegadas cubicas, o espaço entre a bola do thermometro, e a superficie interior do globo que o rodeava, vinha a ser de 14466 — 0, 08711 = 2, 05755 de pollegada cubica, que era o espaço occupado pelas substancias arranjadas ao redor da bola do thermometro nas experiencias, de que se trata.

Ainda que estas substancias occupassem este espaço, estavaõ bem longe de o encher inteiramente; porque a maior parte era occupada pelo ar, que estava mettido nos interstícios dessas substancias. Na experiencia N. 4 estava este espaço apparente cheio com 16 grãos de seda crua; e como a gravidade especifica desta especie de seda está para a da agua, como 1734 para 1000, vinha o seu volume a ser igual a 9, 4422 grãos de agua; e como huma pollegada cubica de agua peza 253, 185 grãos, he o seu volume igual a $\frac{9,4422}{253,185}$ = a 0, 032294 de pollegada cubica; e como o espaço occupado era de 2, 05755 de pollegada cubica, parece que a seda naõ occupava real-

almente mais, do que a 55ma parte do espaço em que estava encerrada; e que o restante estava cheio de ar.

Na experiencia N. 1. tinha sómente ar o espaço entre a bola do thermometro, e o globo do vidro, em cujo centro estava; e entaõ o tempo, que o mercurio gastou para descer 70° até 10°, foi só 576 segundos; mas na experiencia N. 4, em que o mesmo espaço estava cheio com 54 partes de ar, e huma parte de seda crua, o tempo empregado para o mesmo objecto foi de 1284 segundos.

Suppondo que a seda era incapaz de conduzir qualquer calor, se suppuzer-mos ao mesmo tempo, que naõ tinha poder algum de impedir ao ar, que ficava do globo, a conducçaõ deste calor, neste caso a presença da seda no globo naõ prolongaria o tempo do resfriamento senaõ na proporçaõ do ar que deslocasse, comparado com a quantidade de ar, que restasse, que vem a ser na proporçaõ de 1 para 54, ou pouco mais de 10 segundos de tempo. Mas o tempo do resfriamento estendeo-se a 708 segundos; porque na experiencia N. 1 foi de 576 aegundos; e na experiencia N. 4 de 1284 segundos, como se vio; o que prova, que a seda, além de naõ conduzir o calor, impedio ao ar, que enchia os seus intersticios, que o conduzisse, ou ao me-

menos enfraqueceo consideravelmente a potencia conductora do ar.

A questaõ agora he saber, como impedio ella o ar, que communicasse o calor? E esta questaõ comprehende outra como o ar conduz o calor?

Se o ar conduz o calor da mesma sorte, que provavelmente o conduzem os metaes, e a agua, os corpos sólidos, e fluidos elasticos, e naõ elasticos, isto he, se as particulas do ar ficando immoveis nos seus lugares, o calor vai passando de humas particulas ás outras até atravessar toda a massa, naõ havendo razaõ nenhuma para suppôr, que a propagaçaõ do calor se faz necessariamente em linha recta; naõ posso conceber, como a interposiçaõ de taõ pequena quantidade de corpo solido, como he a 55ma parte do volume de ar, podia effeituar na potencia conductora do ar huma diminuiçaõ taõ notavel, como a que se observou na experiencia N. 4, feita com a seda crua.

Se o ar, e agua conduzissem da mesma forma o calor, he mui provavel, que as suas potencias couductoras se pudessem alterar da mesma maneira; porém fazendo a experiencia com agua, enchendo deste liquido o globo de vidro, em cujo centro estava suspendida a bola do thermometro, e variando ao depois a ex-

experiencia, ajuntando-lhe á agua 16 grãos de seda crua, achei, que a potencia conductora da agua tinha apenas soffrido alguma alteraçaõ pela addiçaõ da seda.

Mas temos visto, que a mesma seda, misturada com igual volume de ar, diminuia consideravelmente a sua potencia conductora; logo ha razaõ de concluir, que o ar e agua conduzem o calor por differentes maneiras.

Pareceo-me que a experiencia seguinte porá esta verdade fóra de toda a duvida.

Sabido he, que o poder do ar de ter a agua em dissoluçaõ se augmenta com o calor, e diminue com frio; e sabe-se mais que, se o ar quente está saturado de agua assim que o ar se esfria, depõem logo huma parte da sua agua. Por tanto tomei huma garrafa de vidro mui transparente, que tinha oito pollegadas de diametro, e dose pollegadas de alto, e de pescoço curto, estreito, e suspendendo hum pequeno pedaço de panno de linho, alguma cousa molhado, no meio da garrafa a mergulhei em hum grande vaso de agua aquecida, até 100° do thermometro de Fahrenheit, onde a deixei, até que o ar, que ella continha naõ sómente se aqueceo, mas ficou totalmente saturado por effeito da humidade, que lhe provinha do pedaço de panno de linho, estando entretanto bem arrolhado o orificio da garrafa:

fei-

feito isto levantei a rolha por hum momento para tirar o pedaço de panno de linho, e a tornei a metter immediatamente: tirei entaõ a garrafa da agua, e a mergulhei em huma jarra cylindrica de doze pollegadas de diametro, e dezaseis de alto, tendo em si agua de neve bastante para que mergulhando-se-lhe a garrafa ficasse esta inteiramente coberta, e a jarra absolutamente cheia.

Este vaso era de bom vidro, bem transparente, como o era tambem a garrafa; a agua da jarra era perfeitamente clara, e assim podia eu ver mui distinctamente o que se passava na garrafa: além disto, tive a cautela de pôr o apparato sobre huma meza junto á janella, e com a luz de boa parte, de maneira que pude observar o que se passava, com a attençaõ que me devia inspirar a certeza, em que estava, de que o resultado desta experiencia seria decisivo.

He certo que o ar contido na garrafa naõ podia perder o seu calor sem se privar ao mesmo tempo, e no mesmo lugar de certa parte da sua agua; logo se o calor penetrasse a massa de ar do centro para a circunferencia, ou atravessasse esta massa de particula em particula da mesma maneira que he provavel que elle passe quando atravessa a agua, e todos os outros fluidos naõ elasticos, a maior

parte do ar contido na garrafa devia perder o seu calor, ainda que naõ estivesse em *actual contacto com o vidro*; e huma parte proporcional da sua agua cahiria ao mesmo tempo, e no mesmo lugar, descendo necessariamente em fórma de chuva; e ainda que esta chuva fosse taõ fina que se naõ pudesse ver, estava certo que a reconheria no fundo da garrafa, senaõ em gotas de agua, ao menos debaixo da apparencia de capa de vapores, como a que os vidros adquirem pelo seu contacto com o fumo quente, ou vapores aquosos.

Mas se as particulas de ar em vez de communicar o calor de huma a outra, do centro para a superficie da garrafa, vindo cada particula por sua vez, e separadamente depôr na superficie da mesma garrafa, o calor, e a agua, que cada huma dellas tinha, podia daqui concluir que a camada de vapor occasionada por este deposito da agua appareceria por toda a garrafa, ao menos tanto nos lados como no fundo; e foi isto o que realmente aconteceo.

O primeiro orvalho appareceo nos lados da garrafa junto ao seu orificio, e daqui se foi gradualmente estendendo para o fundo, ficando sempre menos sensivel á medida que se achava em regiaõ mais baixa, até que já

se

se naõ podia perceber; e na distania de meia pollegada do fundo da garrafa, e no mesmo fundo, naõ havia a menor apparencia de deposito de vapor.

Parece-me que se póde mui facilmente explicar este facto. A medida que o ar, que se achava immediatamente em contacto com os lados do vaso, hia depondo o seu calor, e ao mesmo tempo a sua agua cahia para baixo ao longo das paredes da garrafa em consequencia do augmento da sua gravidade especifica, occasionada pelo resfriamento; e tomando o seu lugar no fundo deste vaso impelia para cima toda a massa de ar mais quente, que chegando conforme a sua vez ás paredes, ou lados da garrafa, ahi depunha tambem o seu calor e agua, até que todo o ar da garrafa tivesse adquirido a temperatura exacta da agua fria da jarra em que a garrafa se achava mettida.

Desta explicaçaõ se vé por que o primeiro orvalho devia acontecer no cimo da garrafa; e porque para o fundo se observava em taõ pequena quantidade.

Esta experiencia me confirma na opiniaõ em que estava ha tempos; e he, que naõ obstante que as particulas do ar individualmente, e cada huma em particular sejaõ susceptiveis de receber, e *transferir* o calor,

com tudo o ar em estado de descanço, ou considerado como fluido, cujas particulas saõ estagnantes, huma relativamente á outra, naõ he capaz de transmittir o calor, ou de lhe dar passagem; em huma palavra, que o calor naõ póde atravessar huma massa de ar, penetrando de huma particula a outra; e que a esta circunstancia he devida em grande parte a sua potencia naõ conductora.

A' mesma circunstancia se deve attribuir o augmento da sua potencia conductora, ou calor apparente, sendo empregado como cobertura para encerrar o calor, misturando-o a huma pequena quantidade de substancias solidas finissimas, e leves taes como a seda crua, o pello, o cottaõ, etc.; como se vio nas experiencias antecedentes; porque, como fica observado, estas substancias supposto sejaõ em muito pequena quantidade relativamente ao ar, em que estaõ espalhadas, com tudo o retem pela sua adhesaõ com elle, e impedem transportar o fogo pelo movimento local das moleculas.

Por quanto ha huma circunstancia que deve principalmente entrar em linha de conta: esta circunstancia vem a ser a attracçaõ que subsiste entre o ar, e os corpos mencionados, e outras substancias analogas que se empregaõ nos vestidos naturaes, e artificiaes; pois

a

ainda que se possa em certos casos dar a razaõ do seu calor pela sua propriedade naõ conductora, considerando-os como corpos solidos, ou como fluidos naõ elasticos, entretanto a admissaõ deste principio naõ parece ser bastante para explicar o gráo de calor extraordinario que se nota nas pelles, e pennas, e em outras especies mais de vestidos naturaes, e artificiaes: este principio naõ serve tambem para explicar o calor que conserva a neve; por que ainda suppondo que as particulas de ar tivessem a liberdade de extrahir o calor que os corpos devem reter sem outro obstaculo mais do que o que proviesse da sua força de inercia, ou da força necessaria para os pôr em movimento, parece provavel que a successaõ de novas particulas de ar frio, e a perca de calor que daqui se seguiria seria mais rápida do que effectivamente he.

Naõ póde haver duvida que naõ haja grandissima attracçaõ entre as particulas de ar, e o pello mais fino dos animaes, as pennas e pennugem das aves, a lã. Fica esta attracçaõ demonstrada pela difficuldade com que estas substancias se separaõ do ar que lhe está adherente, ainda quando se mergulhaõ na agua, ou que se mettem debaixo do recipiente da maquina pneumatica; e pa-

re-

rece facil de provar que esta attracçaõ he necessaria para manter o calor dos corpos.

Nas pelles, por exemplo, a attracçaõ entre as particulas de ar, e o pello finissimo que as cerca he maior que o augmento de elasticidade, ou repulsaõ reçiproca destas particulas, repulçaõ que provém do calor communicado pelo animal: donde se segue que o ar contido na pelle, ainda que aquecido, naõ se desloca facilmente, e esta camada de ar assim retido he a verdadeira barreira que defende o corpo do animal do frio exterior. Este ar naõ póde tambem levar comsigo o calor do animal; porque he retido pela attracçaõ do pello, ou cabello da pelle; nem póde o mesmo ar transmittir o calor, senaõ com muita difficuldade: ou talvez o naõ póde fazer de modo algum, como vimos nas experiencias precedentes.

Isto nos faz descobrir a razaõ, porque as pelles de pello mais comprido, e mais espesso saõ tambem mais quentes; e porque a pelle do Castor, de Lontra, e outros animaes amphibios, que vivem debaixo da agua, bem assim como a pennugem das aves aquaticas, podem conter o calor destes animaes durante o inverno a pezar do frio extremo, e da força da potencia conductora da agua, em que elles nadaõ. A attracçaõ entre estas substancias

e

e o ar, que occupa os seus intersticios, he taõ grande, que este ar se naõ desloca, nem ainda pelo contacto da agua; mas fica no seu lugar, defende o corpo do animal tanto da humidade, como da perca do calor que elle experimentaria pela acçaõ do liquido frigidissimo que o cerca: e he possivel que a pressaõ deste fluido sobre o envoltorio, ou camada de ar, que existe nos intersticios da pelle, augmente ao mesmo tempo o seu calor com a sua potencia naõ conductora em tal maneira, que o animal naõ perca effectivamente na agua mais calor do que perde no ar; porque se tem visto nas experiencias precedentes, que em certas circunstancias se augmentava o calor da cobertura, approximando-se entre si as partes que a compunhaõ, ou augmentando a sua densidade á custa da sua grossura: ao depois terei occasiaõ de desenvolver esta materia com mais particularidade.

Os Ursos, os Lobos, as Rapozas, as Lebres e outros quadrupedes, que habitaõ paizes frios, e que raras vezes se achaõ expostos ao contacto da agua, tem o pello das costas muito mais denso do que o do ventre. O ar aquecido que occupa os instersticios do pello do animal, tende naturalmente a elevar-se na razaõ do augmento da sua elasticidade, e por isso fugiria mais facilmente das costas do ani-

animal do que do ventre, se ã Providencia naõ tivesse tomado a sabia precauçaõ de os preservar deste inconveniente, augmentando os obstaculos nestas partes do seu corpo, para lhes conservar o ar adjacente. Por tanto assento que isto he huma nova prova dos principios expostos relativamente á maneira, por que o ar conduz o calor, ou do calor apparente deste fluido, estando associado a outros corpos, e servindo de envoltorio para encerrar o calor.

A neve que cobre a superficie da terra durante o inverno nas latitudes muito elevadas, foi provavelmente destinada pelo Creador para servir de cobertura contra o vento glacial que sopra das regiões polares, e que reina commummente nesta estaçaõ.

Estes ventos penetrantes conservaõ a sua aspereza em quanto a grande extensaõ de terra que elles varrem está coberta de neve; e só encontrando o Oceano he que elles vem a adquirir, pelo contacto das suas aguas, o calor que a neve lhe impedia absorver da terra; e este calor vai gradualmente diminuindo o frio da sua temperatura até que os adoça inteiramente.

Os ventos saõ muito mais frios, quanto ã terra está coberta de neve, do que quando ella está nua. Ordinariamente se suppõe que es-

este frio he communicado ao ar pela neve; mas he huma opiniaõ erronea; porque estes ventos saõ, em geral, muito mais frios do que a mesma neve.

Conservaõ a sua frescura, porque a neve os impede de se aquecerem á custa do calor da terra, durante o inverno, nos paizes visinhos ao pólo.

He assás notavel que estes ventos raras vezes se dirigem do pólo para o equador, mas sim da terra para o mar: os ventos frios vem do Nordeste sobre a costa occidental da America septentrional; e do Noroeste nas costas occidentaes da Europa.

Naõ he logo extraordinario ver encaminharem-se estes ventos para regiões, a que o seu pezo relativo os impelle; nem taõ pouco vellos findar nestas regiões á medida que o ar se aquece e se dilata; se me he licito formar huma conjectura sobre a utilidade dos mares, ou sobre a causa final da grande quantidade de agua que existe sobre a superficie do nosso globo, comparada a quantidade de terra; direi que he, talvez, para manter a temperatura mais igual nos differentes climas, aquecendo ou esfriando os ventos que em certas epocas sopraõ dos grandes Continentes.

He certo que os ventos frios se adoçaõ passando por cima dos mares, e que por outra parte os ventos quentes se resfriaõ pelo contacto com as mesmas aguas. He igualmente certo que os ventos que vem do Oceano saõ, em todos os climas, mais temperados do que os que sopraõ da parte da terra.

Naõ se póde duvidar que a temperatura doce, e uniforme do clima da Gram Bretanha e Irlanda, naõ seja devida á sua separaçaõ dos continentes; e em todas as situações semelhantes; e em todas as partes do globo, causas análogas produziraõ os mesmos effeitos.

Os ventos frios do Nordeste; que reinaõ na costa da America septentrional, durante o inverno, raras vezes se extendem a mais de cem legoas da costa; e quanto mais longe estaõ, tanto menos violentos, e menos penetrantes.

Os ventos periodicos, que vem dos continentes da Europa e do Norte da America, reinaõ ordinariamente nos fins de Fevereiro e Março; e creio que elles contribuem essencialmente para fazer a primavera favoravel, e o veraõ fertil; principalmente quando saõ violentos no mez de Março, e quando a terra nesta epoca está abundantemente cu-

berta de neve. Toda a atmosphera das regiões polares se transporta, por assim dizer, para o Oceano, por meio destes ventos; ahi he aquecida e saturada de agua; e sendo a grande accumulaçaõ de ar sobre o mar, consequencia necessaria da continuaçaõ destes ventos frios da costa, logo que elles cessaõ, principiaõ a levantar-se as brizas quentes do mar, que se extendem mui longe sobre o continente, e ajudaõ ao sol a despir á terra sua manta de inverno, e tornar a dar actividade e vida ás innumeraveis bellezas, que prepara o anno renascente.

Este ar quente que vem do mar, tem adquirido o seu calor pelo contacto com o Oceano, e de facto, está saturado de agua; daqui provém as chuvas quentes do mez de Abril e Mayo, que taõ uteis saõ á vegetaçaõ.

Por consequencia podemos considerar o Oceano como hum grande reservatorio do calor que tende a distribuillo por igual e a sua influencia benigna na conservaçaõ da temperatura conveniente á atmosphera se faz sentir em todas as estações, e em todos os climas.

Os ventos ardentes da terra na Zona torrida saõ arrefecidos pelo contacto com as aguas do Oceano; e igualmente as brizas

do mar, em certas horas do dia, reinaõ sobre as costas em quasi todos os paizes quentes, trazendo certa frescura, e dando, por assim dizer, vida e vigor ás producções animaes, e vegetaes abatidas pelo extremo calor do sol ardente. Quaõ desertos e inhabitaveis seriaõ estes vastos paizes, actualmente os mais ferteis na superficie do Globo, se o seu calor excessivo naõ fosse regularmente mitigado pelas frescas brizas do mar! E naõ he mais que provavel, que o frio e o calor extremos nas differentes estações, e nas Zonas frias e temperadas as fizessem absolutamente inhabitadas, se a influencia do Oceano naõ mantivesse nestes climas huma igualdade de temperatura?

He logo o Oceano propriissimo para obter estes fins, naõ sómente em razaõ da propriedade que a agua tem de absorver o calor, e da grande extensaõ e profundidade dos differentes mares (que he tal que em hum inverno ou hum veraõ naõ poderia produzir effeitos alguns sensiveis em aquecer ou resfriar taõ consideravel volume de agua); mas tambem em razaõ da circulaçaõ continua que se entretem no Oceano pelas correntes que nelle reinaõ. As aguas da Zona torrida saõ transportadas por estas correntes para as regiões polares, onde se esfriaõ pelo contacto com

com os ventos frios; e tendo communicado o seu calor a estas regiões selvagens voltaõ logo as correntes para o equador, trazendo comsigo o gráo de frescura necessario para aquietar o excessivo calor destes climas ardentes.

Ignorantes ou impios tem muitas vezes duvidado da sabedoria e bondade do Creador por causa da desigual distribuiçaõ da terra e agua na superficie do globo; sendo a vasta extensaõ do Oceano, segundo elles, huma prova de que o Ente supremo tinha pouca consideraçaõ pela especie humana, nesta repartiçaõ: porém quanto mais luzes adquirimos sobre a constituiçaõ natural das cousas, e sobre os differentes e variados usos das partes deste mundo visivel, menos nos inclinaremos a dar ouvidos a estas frivolas criticas.

EN-

ENSAYO IX.

INDAGAÇÕES EXPERIMENTAES SOBRE A ORIGEM DO CALOR QUE EXCITA O ATTRITO; PELO CONDE DE RUMFORD.

(Lido na Sociedade Real aos 25 de Janeiro de 1798)

He mui frequente, no cursô ordinario da vida, acharem-se occasiões de observar algumas das mais curiosas operações da Natureza; e poder-se-hiaõ algumas vezes fazer experiencias physicas interessantissimas quasi sem trabalho e sem custo, usando das maquinas empregadas nos trabalhos das artes e manufacturas (1).

Muitas vezes tive já occasiaõ de notar isto; e estou persuadido que, em geral, o habito de considerar com attençaõ o que se passa ao redor de nós, na vida activa, tem

(1) Acrescentaõ-se a esta Memoria, ao exemplo da traducçaõ franceza, as notas que lhe fez o professor Pictet, em o N. 5. da *Bibliotheca Britanica. T.*

mais vezes contribuido a suggerir duvidas uteis, e a pôr em jogo a imaginaçaõ productiva dos inventores, do que fizeraõ as profundas meditações dos philosophos nas horas consagradas ao estudo.

Estando eu, ha pouco, occupado no Arsenal de Munich em fazer broquear peças de artilheria, reparei no grande calor que adquiria em pouco tempo a peça de bronze pela acçaõ de a furar, e a temperatura ainda mais elevada da limalha do metal á broca que a cortava; o seu calor excedia muito o termo da agua fervente.

Quanto mais reflectia nestes phenomenos, mais dignos de attençaõ me pareciaõ; e suppuz que, continuando a examinar isto, faria alguns progressos no estudo das modificações do fogo, taõ pouco conhecidas; e que chegaria talvez a formar algumas conjecturas racionaveis sobre a existencia de hum fluido igneo, materia sobre que se tem muito dividido as opiniões dos physicos em todos os tempos.

Para que o Leitor possa fazer huma idéa clara das conjecturas e raciocinios, a que estas apparencias me conduziraõ, assim como dos objectos de indagações physicas que me suggeriraõ, rogo-lhe a permissaõ de poder referir as circunstancias preliminares, que naturalmente me conduziraõ a este fim.

Donde proveio o calor produzido na operaçaõ mechanica, de que fiz mençaõ?

Proviria da limalha ou pó metallico que a broca tirava da massa solida?

Sendo isto assim; pela theoria moderna do calor latente ou calorico, naõ sómente a *capacidade do calor* (2) das partes do metal assim reduzidas a limalha se deveria mudar, mas até a mudança que ellas experimentáraõ deveria ser sufficiente para explicar todo o calor produzido.

Mas naõ aconteceo tal mudança; porque tomando duas quantidades, iguaes em pezo, desta limalha, e pequenissimos fragmentos do metal, que da mesma massa se tiráraõ com huma serra fina, aquecendo os igualmente ao gráo da agua fervente e lançando-lhe

(2) O Author chama aqui, com o Dr. Cra W ford, *capacidade de calor* o que a maior parte dos physicos, no Continente, chama *calor especifico*; e he, a faculdade que tem as differentes substancias, iguaes em *pezo e temperatura*, de conter mais ou menos fogo. Acerta-se isto por meio da experiencia, de duas maneiras, ou experimentando o effeito destas differentes substancias, tomadas com igual pezo e temperatura, no maior ou menor aquecimento que produzem em quantidades iguaes de agoa fria; ou experimentando por meio do calor imetro de Lavoisier e Delaplace, quanta neve podem derreter estas mesmas substancias, impregnadas de fogo no mesmo gráo thermometrio. Nota do Redactor. da Ribl. Brit.

quantidade igual de agua, na temperatura de 59 gr. e meio Far. (12 e hum quarto R.); a agua que recebeo a limalha naõ se aqueceo nem mais nem menos, do que a outra, que recebeo a serradura do mesmo metal.

Repeti esta experiencia muitas vezes, e os resultados se conformáraõ sempre em fazer-me duvidar, que houvesse realmente a menor alteração na *capacidade* do calor do metal, pelo facto de ser reduzido a pequenas laminas, ou fragmentos despegados pela broca (1).

Resulta evidentemente daqui, que o calor produzido naõ poderia ser tirado do calor latente das laminas metallicas (2); mas ainda

(1) Eis-aqui huma destas experiencias: lançaraõ-se em 4590 grãos de agua na temperatura de 59 gr. e meio F., 1016 oitavos de serradura fina de metal aquecido até 210 gr. de Far.; grão da agua fervente em Munich: passado hum minuto, durante o qual se agitou muito a mistura com huma vareta de páo leve, se achou que a temperatura se tinha elevado 3 gr. Far. Por tanto, segundo esta experiencia, o *calor especifico do metal* (calculado segundo a regra do Dr. Craceford) está para a da agua, como 0,1100 está para 1,0000; isto he, que *em pezos, e temperaturas semelhantes*, naõ ha no metal das peças de artilheria senaõ onze centesimos do calor que ha na agua.

(2) Parece que o nosso célebre Author emprega aqui indifferentemente as expressões de *calor latente*

da que estes ensaios me parecem concludentes, naõ quiz ficar aqui, e recorri á experiencia seguinte, ainda mais decisiva.

Tomei hum canhaõ de seis libras, fundido solido, e tal qual sahio do molde (veja-se a fig. 1.) colloquei-o horisontalmente na maquina destinada para os furar, e acabar ao mesmo tempo pela parte de féra (fig. 2.); fiz cortar a extremidade da peça, formando neste lugar,

---

e de *capacidade do calor*, ou *calor especifico*. Nós suppomos que haveria alguma vantagem em reservar a expressaõ de *calor latente*, para designar esta modificaçaõ do fogo, descuberta pelo celebre Blak, na qual este elemento se emprega exclusivamente em produzir, e manter, quer a liquidez, quer o estado de vapor, nas substancias susceptiveis de serem derretidas, e evaporizadas: esta modificaçaõ he hum phenomeno particular, huma absorsaõ consideravel, e accelerada, que acontece no mesmo acto da passagem das substancias do estado de solidez para o de fluidez, ou deste para o estado de vapor: merece por tanto ser cuidadosamente distincta do *simples calor especifico*, que se refere ao estado permanente das substancias, abstrahindo o effeito que acontece na sua transiçaõ de hum estado para outro. O Professor Pictet propoz (*Ensaio sobre o fogo* p. 28) evitar este equivoco, chamando *calor de liquidez*, e *calor de evaporaçaõ* ás quantidades relativas do fogo empregadas em produzir, e conservar ambas estas modificaçôes, nas substancias que saõ disso susceptiveis; e introduzio estas expressões nos seus cursos de instrucçaõ. *T.*

Fig. 1.

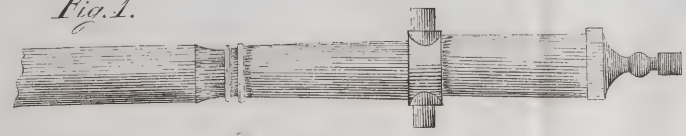


Fig. 2.

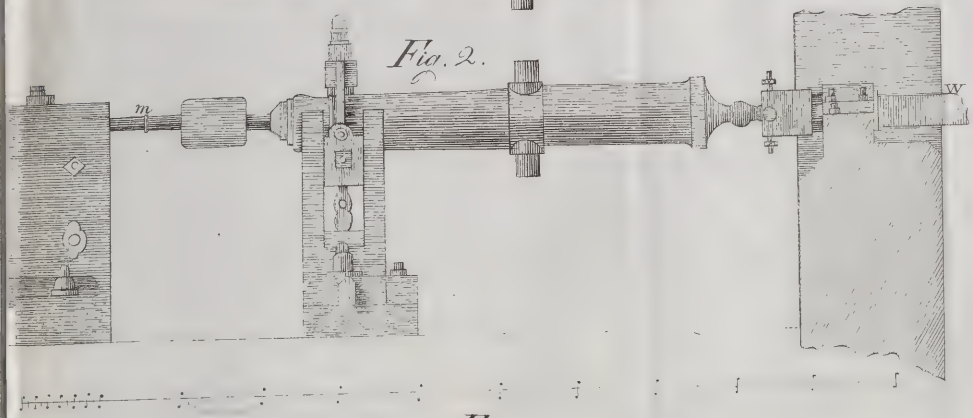


Fig. 3.

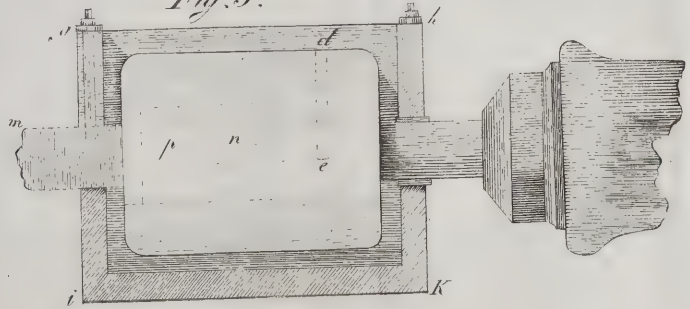


Fig. 7.

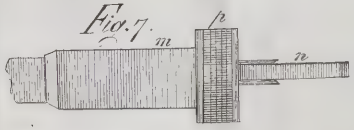
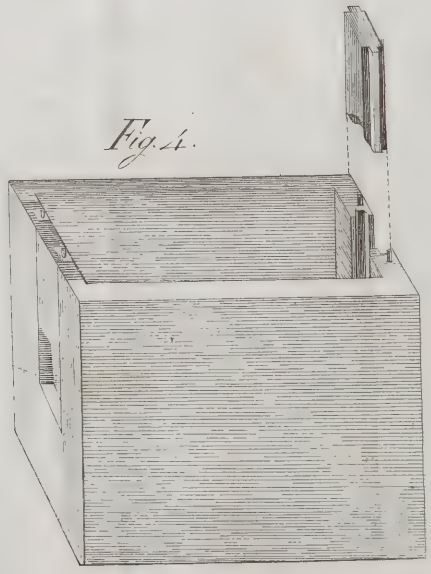


Fig. 5.

Fig. 8.

Fig. 6.

Fig. 4.



Pes Inglezes

Fig.do est.no Arco do Cego.

Aparelho do C.e de Rumford para medir o Calor produzido pela fricçaõ

RPJCB

gar, pelo movimento de rotaçaõ, hum cylindro solido de 7 polleg. e $\frac{1}{4}$ de polleg., e $\frac{8}{10}$ de de diametro. O cylindro continuava a fazer corpo com a peça por meio de huma pequena garganta cylindrica, que tinha só de diametro 2 pollegadas e hum terço, e 3 pollegadas e oito decimos de comprimento: a peça voltava sobre esta garganta como sobre hum eixo, entretanto que se furava com a broca o cylindro, que se tinha deixado na extremidade. O buraco tinha 3 pollegadas e sete decimos de diametro, e em vez de continuar atravessando todo o cylindro (cujo comprimento era de 9,8 pollegadas) naõ se lhe deo senaõ 7,2 pollegadas de profundidade, de maneira que ficava no fundo do cylindro huma grossura de metal de 2,6 pollegadas. He esta cavidade designada na fig. 2. pelas linhas pontuadas; e acha-se tambem notada na figura 3. que he riscada em maior escala.

No fundo deste cylindro se devia excitar o calor pelo attrito, por meio de huma broca obtusa que apertasse com muita força contra este fundo entretanto que a peça se movia em roda do seu eixo á força de cavallos. E para que se pudesse de tempo em tempo medir o calor accumulado, se fez hum pequeno buraco redondo (fig. 3. *d e*) de 0,37 de pollegada de diametro e de 4,2 de polle-

gada de profundo, na direcçaõ perpendicular ao eixo do cylindro; metteo-se nesta cavidade hum pequeno thermometro de mercurio, cuja bola se achava tambem no meio do maciço solido, que formava o fundo deste mesmo cylindro.

O volume do cylindro concavo, sem comprehender a garganta que o unia ao canhaõ, era de 385 $\frac{1}{4}$ pollegadas cubicas, e pezava 113,13 lib. *haver do pezo.*

Primeira Experiencia.

O fim desta expereriencia foi determinar a quantidade de calor, que se produziria pelo attrito, apertando com hum parafuso a broca obtusa contra o fundo do cylindro, com a pressaõ igual ao pezo de cem quintaes, *haver do pezo*; ao mesmo tempo que o cylindro, movido por cavallos, se revolvia sobre o seu eixo, fazendo 32 revoluções por minuto.

Vê-se no apparato (fig. 2.) o todo da maquina. w he huma barra horisontal forte, a qual communica ao machinismo por que os cavallos põe a peça em movimento.

Para acautelar quanto fosse possivel, a perca do calor, que se produzisse na experiencia, se cubrio cuidadosamente o cylindro com

com certo envoltorio de flanella grossa; que o punha sufficientemente ao abrigo da influencia da atmosphera; mas este envoltorio naõ vem representado na fig. 2.

A broca era hum pedaço de aço chato temperado, da grossura de 0,63 de pollegada, 4 pollegadas de comprido, e quasi da mesma largura que a cavidade do cylindro, em que se acommodava, que era de $\frac{1}{2}$ pollegada. Estava bem seguro á barra de ferro *M* que o sustentava no seu lugar. A área da superficie, em contacto com o fundo do cylindro, era de 2 $\frac{1}{2}$ de pollegada. Esta broca, designada pela letra *N*, está indicada em todas as figuras.

No começo da experiencia a temperatura do ar, á sombra, e a do cylindro era precisamente de 60 gr. Far. (12 e meio R.)

Depois de 30 minutos de trabalho, durante os quaes, fez o cylindro 960 revoluções ao redor do seu eixo, se suspendeo o movimento da máquina, e se introduzio na cavidade que fica mencionada, hum thermometro de mercurio de 3 e hum quarto de pollegada de comprimento, e cuja bola tinha 0,32 de pollegada de diametro a 130 gr. (43 e tres quartos R.)

Com quanto o calor naõ fosse distribuido com igualdade por toda a massa do cylindro, nem por isso se póde deixar de suppôr que o ins-

instrumento cujo reservatorio era de figura cylindrica, e occupava quasi toda a grossura do metal, naõ acusasse, com pouca differença, a temperatura média da massa metallica aquecida.

Para fazer o cálculo da quantidade de calor produzido, he necessario avaliar a porçaõ que se poderia perder com o resfriamento, durante o curso da experiencia: por tanto deixado socegar o apparato por tres quartos de hora se observou o seu resfriamento quasi de gráo em gráo.

Supprimimos aqui a taboa, que mostra o progresso deste resfriamento; porque bastará dizer, que o metal perdeo 20° F. da sua temperatura em 41 minutos de tempo.

Puxando fóra a broca, tirei o pó metallico, ou escamas que este instrumento raspou do fundo do cylindro, durante a experiencia; e o seu pezo foi exactamente 837 gráos Troia.

He possivel, que a grande quantidade de calor produzido nesta experiencia (quantidade sufficiente para elevar acima de 70° a temperatura de mais 113 lib. de bronze, e que poderia derreter 6 lib. $\frac{1}{2}$ de gelo, ou elevar á ebuliçaõ 5 lib. de agoa fria); he possivel digo, que esta quantidade de calor fosse produzida pelos 837 grãos de pó metallico;

co; e isto simplesmente em virtude da mudança de capacidade de conter o calor, nesta materia polvorisada?

O pezo deste pó apenas chegava a $\frac{1}{948}$ parte do pezo total do cylindro; logo elle devia perder ao menos 948 gráos de calor para elevar hum só grão á temperatura do cylindro; e $978 \times 70 = 66360$ gráos para aquecer o cylindro á temperatura, a que elle foi elevado no decurso da experiencia.

Mas, sem insistir sobre a improbalidade desta supposiçaõ, lembremo-nos sómente, que pelo resultado de experiencias decisivas feitas com fim expresso de determinar a capacidade de calor do bronze, esta capacidade naõ soffre alteraçaõ sensivel pela reducçaõ do metal ao estado de laminas, ou limalha, que tem lugar da operaçaõ do broqueamento dos canhões; nem ha razaõ de suppôr, que o metal padeça alguma mudança sensivel, ainda sendo a materia reduzida a partes mais finas, por assim dizer, a poeira, pela acçaõ de huma broca menos aguda.

Se o calor fosse produzido em todo, ou em parte por effeito da mudança na *capacidade* de huma parte do metal cylindrico, como esta mudança naõ podia ser senaõ superficial, o cylindro se iria esgotando gradualmente, e isto se perceberia nas operaçóes

ções successivas: para descubrir se existia este effeito, repeti mais vezes a ultima experiencia com muito cuidado, mas naõ percebi o menor sinal de enfraquecimento no metal, a pezar da grande quantidade de calor que delle tinha sahido.

Depois de ter achado tantas razões de concluir, que o calor produzido nestas experiencias, ou, para melhor dizer, excitado com este processo naõ era subministrado pelo *calor latente*, *ou calorico combinado*, que pertencia ao metal (1), levei ainda hum pouco mais longe as minhas explorações.

Se-

(1) O Author separa estas duas expressões pela conjunçaõ, parecendo considerallas como synonymos; mas nós nos atreveremos a fazer sobre isto huma reflexaõ. Dissemos acima o que entendiamos por *calor latente*, e repetiremos aqui o que em outra parte dissemos, isto he, que nos parece, que a expressaõ de *calorico combinado* se devia reservar para exprimir aquella modificaçaõ do fogo em que, retido este por certa affinidade chimica poderosissima, naõ abandona os corpos pelo effeito do resfriamento que estes soffraõ, mas sómente os deixa no acto da sua decomposiçaõ chimica. He assim que elle constitue, por exemplo, os *fluidos elasticos permanentes*, que em certos pontos differem essencialmente dos simples *vapores*. (Not. da Bib. Brit.)

Segunda Experiencia.

Como quer que a cavidade do cylindro fosse de fórma cylindrica, e que fosse quadrada, a barra de ferro que tinha na sua extremidade a broca obtusa, fica manifesto, que o ar tinha livre accesso ao interior da cavidade, em que a broca trabalhava. Mas nem as aparas metallicas cortadas pela acçaõ ordinaria deste instrumento, nem a limalha mais fina que produzia á broca obtusa, mostráraõ sinal algum de calcinaçaõ; donde concluia, que a presença do ar naõ havia parte na producçaõ do calor observado. Mas em taes indagações, como esta, nada se deve omittir para chegar ao conhecimento da verdade.

Para determinar, com huma experiencia decisiva, se o ar ambiente tinha alguma influencia na producçaõ do calor, repeti o processo antecedente dispondo o apparato de maneira, que o ar naõ pudesse ter a menor parte nestes effeitos. Empreguei hum embolo, que ajustava exactamente na boca do cylindro, e era atrevessado pela barra quadrada, em que prendia a broca: esta barra passava por hum buraco, e estava tambem ajustada a hum collar de coiro, que ficava impossivel ter o ar algum accesso á cavidade do cylindro.

Na fig. 3 se vê este embolo *p* em seu lugar, e tambem se observa nas fig. 7 e 8.

Nesta experiencia achei, que a exclusaõ do ar naõ fez a mais pequena diminuiçaõ na quantidade de calor excitada pelo attrito (1).

Tinha eu ainda huma duvida, posto que pequena, que desejei dissipar: o embolo ajustava taõ exactamente contra as paredes do cylindro na sua entrada, que a pezar do azeite com que estava impregnado, soffria hum attrito consideravel, sempre que o cylindro se movia ao redor do seu eixo. Este attrito do embolo teria alguma parte na producçaõ do calor excitado? E como o ar tinha livre accesso, a borda exterior do cylindro no lugar do contacto com o embolo, teria este fluido, ao menos nesse lugar, alguma parte na desenvoluçaõ do calor?

Ter-

(1) Segundo esta disposiçaõ do apparato, parece que o ar naõ foi excluido da cavidade do cylindro, mas que ficou encerrado sem se poder renovar; e como o calor se produzio uniforme e indefinidamente, naõ obstante esta circumstancia, segue-se que o ar naõ teve parte essencial no processo. Este resultado confirma amplamente o que M. Pictet obteve em experiencias analogas. (*Ensaio sobre o fogo. C. IX. Experiencias sobre o calor produzido pelo attrito*). E chegou a notar p. 204, que o attrito tinha excitado o fogo no vacuo com mais efficacia, do que no ar.

Terceira Experiencia.

Mandei preparar huma caixa quadrangular oblonga de abete (fig. 4.) feita á prova de agua: tinha esta 11 e meia pollegadas de comprimento, e 9 e quatro decimos de profundidade (tomadas estas medidas pela parte interior); era a caixa furada pelas duas extremidades para receber de huma parte a barra quadrada, que sustentava a broca obtusa, e da outra o calor que ajuntava o cylindro ao canhão. Fechava-se esta caixa pela parte superior com huma tampa de dobradiças; e depois de estar em seu lugar, se lhe punhão corrediças, que fechavaõ as duas aberturas da entrada, e sahida do apparato metallico, que atravessava a caixa (veja-se *g*, *h*, *i*, k, fig. 3): o fundo da caixa *i* k ficava horisontal; o seu eixo coincidia com o do cylindro de bronze, o qual occupava exactamente o meio da caixa sem a tocar (veja-se a fig. 3.); e enchendo-se esta caixa de agua até á sua borda superior, ficava o metal inteiramente mergulhado neste fluido: e como a caixa era sostida de huma parte pela barra de ferro, que estava justa em certo buraco de huma das suas extremidades, e de outra parte pelo gargallo cylindrico, que havia na peça, e ajustava

exactamente com o buraco redondo da caixa por que atravessava, fica facil de perceber, como se podia pôr o apparato em movimento, sem desarranjar a caixa, nem derramar a agua que ella continha.

Tendo isto assim preparado, procedi da maneira seguinte:

Primeiramente limpou-se, e enxugou-se bem o cylindro concavo; metteo-se ao depois em seu lugar a broca, e dahi o embolo, que fechava á entrada do cylindro, e que era atravessado pela barra da broca. Collocou-se a caixa, e guarnecêraõ-se de cousas engorduradas os buraços da entrada e sahida do apparato, para que a agua fria de que se havia de encher a caixa, se naõ entornasse por alguma parte, e poz-se a maquina em movimento, estando a agua em 60 gr. F. (12° $\frac{1}{2}$ R.)

O resultado desta bella experiencia foi por extremo notavel, e o prazer que me deo me indemnisou amplamente do trabalho, que tive com os preparativos deste apparato assás complicado.

Fazia o cylindro quasi 32 revoluções em hum minuto, e mui pouco depois de estar em movimento, percebi eu que se tinha aquecido o cylindro, porque lhe toquei á superficie dentro da agua; e esta naõ tardou tambem muito que naõ adquirisse calor sensivel.

No

No fim de huma hora introduzi o thermometro da agua (cuja quantidade era 18,77 lib. *haver do pezo*, ou dous gallons) e achei que a sua temperatura se tinha elevado 47 gr., porque o thermometro subio a 107 gr. F.: continuou-se o attrito; e no fim de meia hora o thermometro marcou 142 gr.; passadas duas horas, a datar do principio da experiencia, subio á 178 gr.; finalmente meia hora depois estava a agua *em plena ebulliçaõ*.

Seria difficil descrever a admiraçaõ dos expectadores á vista de taõ consideravel quantidade de agua, que se elevou á ebulliçaõ sem fogo; e ainda que realmente naõ houvesse neste facto nada de admiravel, confesso francamente, que este phenomeno me causou certa alegria de criança, que eu deveria ter occultado, se aspirasse á reputaçaõ de Philosopho grave.

A quantidade de calor excitada, e accumulada nesta experiencia foi mui consideravel; porque naõ sómente a agua contida na caixa, mas a mesma caixa (que pezava 15 e hum quarto lib.) e o cylindro de bronze, e a parte da barra de ferro, que estava mergulhada na agua da caixa, todas estas materias adquiriraõ 150 gr. de calor; isto he, de 60 gr. até 210 gr., temperatura da agua fervente em Munich.

Pó-

Póde calcular-se, com alguma justeza, a quantidade total do calor produzido pela approximaçaõ seguinte:

	Quantidade de agua de neve que seria elevado á ebullição.
A accumulaçaõ do calor desenvolvido foi a seguinte:	*Libras do haver do peso.*
Na agua da caixa (que eraõ 18 $\frac{1}{4}$ lib. aquecidas 15o°, desde 6o° até 12o F.)	15,2
Em 113,13 lib. de bronze (o cylindro concavo) aquecido 15o°; e como a capacidade do calor deste metal está para a da agua, como 0,110 para 1000, esta quantidade de calor elevaria a mesma temperat. sómente a 12 $\frac{1}{2}$ lib. de agua.	10,37
Na massa de 36,75 pollegadas cubicas de ferro, que era a porçaõ da barra em que estava a broca. Este metal foi aquecido 15o gr. o que produziria o mesmo effeito sobre 1,24 lib. de agua.	1,01
N. B. Naõ se faz conta ao calor accumulado na caixa de madeira, nem ao que se deveria perder, durante a experiencia.	
Total da quantidade de agua de neve, que teria sido elevada á ebulliçaõ pelo calor resultante do attrito, e accumulado no liquido por duas horas e meia.	26,58

Pe-

Pelo conhecimento da quantidade de calor, produzido na experiencia antecedente, comparada com o tempo, que foi necessario para excitar o mesmo calor, podemos estabelecer qual he a velocidade da sua producçaõ, e determinar a quantidade de combustivel, que se consumiria em huma combustaõ uniforme, para produzir o mesmo effeito no mesmo tempo.

Em huma das experiencias do Dr. Crawford (vej. o seu tratado sobre o calor p. 321) se vê, que o calor desenvolvido de 26 grãos de cera elevou 2,1 gr. Far. á temperatura de 37 lib. 7. onç. (Troya) de agua que saõ 18120 grãos; por tanto a mesma quantidade de combustivel daria hum gráo de calor a 382032 grãos de agua; e o calor produzido na combustaõ de hum graõ de cera, daria hum gráo de calor a $14693\frac{14}{16}$ grãos de agua; em fim com a combustaõ de 1 graõ de cera $\frac{14693}{186} = 81,631$ grãos de agua seriaõ aquecidos 180 gr. Far., que he desde a temperatura da neve até á da agua fervente.

Mas achou-se que a quantidade de agua de neve, que na experiencia precedente teria sido elevada ao gráo de agua fervente, se poderia igualmente elevar a 180 gr. pelo calor resultante do attrito de 26,58 lib. *haver do pezo* = 188060 grãos, e como vimos que 81,631

grãos.

grãos de agua de neve exigem o calor produzido pela combustaõ de hum grão de cera, para chegar á temperatura da agua fervente, segue-se, que a quantidade de agua de neve açima indicada (188060) consumiria 2303,8 grãos, ou 4 onças e oito decimos de Troya, de cera para chegar ao termo da agua fervente.

Porém como a experiencia N. 3. durou duas horas e meia, querendo acertar-se quantas vélas deverião estar acezas juntamente, para que a sua combustaõ produzisse, no mesmo tempo, a mesma quantidade de calor que se desenvolveo com o attrito, seria necessario determinar a grossura destas vélas, e a quantidade de cera que cada huma dellas consumia em hum dado tempo, ardendo uniformemente.

Por huma experiencia feita com o fim de completar este calculo achei que, se huma véla de boa qualidade, de grossura média (tres quartos de pollegada de diametro) ardia com chamma clara, consumia precisamente 49 grãos de cera em 30 minutos. Huma véla semelhante consumiria 245 gráos de cera em duas horas e meia, ou 150: e para consumir os 2303, 8 grãos de combustivel necessarios para produzir, no mesmo tempo, o mesmo effeito calorifico, que tinha produzido o attrito,

naõ

naõ seriaõ bastantes *nove vélas* ardendo ao mesmo tempo; porque $9 \times 245 = 2205$ grãos sómente, e era necessario queimar 2303,8.

Ultimamente resulta destes calculos que a quantidade de calor produzido uniformemente, isto he, em torrente continua (se nos podemos servir desta expressaõ) pelo attrito de huma broca obtusa, contra o fundo do cylindro concavo de bronze, que se empregou nas sobreditas experiencias, foi mais consideravel que o calor produzido pela combustaõ de *nove vélas* de cera, cada huma de tres quartos de pollegada de diametro, ardendo juntamente, com huma chamma clara, e brilhante.

Como era facil de pôr em acçaõ a máquina empregada nesta experiencia, pela impulsaõ de hum só cavallo (posto que de ordinario se empregassem dous para lhe naõ fazer taõ pezado o trabalho); póde concluir-se destes resultados, a grande quantidade de calor, que se podia produzir com certo mecanismo apropriado a este fim, fazendo-o mover por hum só cavallo, e sem que nem o fogo ordinario, nem a luz, nem a combustaõ, nem outra alguma decomposiçaõ chimica contribuisse para o effeito calorifico. Podendo-se, em caso de necessidade, empregar este calor para cozinhar a comida.

Mas este processo, relativamente á economia, he mui somenos em todo o sentido; porque mais calor se obteria empregando para accendalha o mantimento destinado a sustentar o cavallo (1).

Acabada a terceira experiencia, se enseccou a agua da caixa de madeira, tirando-se fóra a mesma caixa, e depois tambem a broca; ajuntando-se o pó metallico, ou escamas, que haviaõ sido produzidas pelo attrito da broca contra o fundo do cylindro, e pezado este pó se achou ter 4145 grãos, quasi 8 onças ½ *Troya*.

Como esta quantidade foi produzida em duas horas e meia, corresponde a 824 grãos por meia hora; e nos devemos lembrar, que na primeira experiencia, que durou sómente meia hora, a quantidade produzida foraõ 837 grãos.

Nesta mesma experiencia se achou, que o calor produzido em meia hora era igual ao que haveria sido mister para elevar á ebullição 5 lib., haver do pezo, de agua de neve.

Pelo resultado da terceira experiencia se vê, que o calor produzido em meia hora teria

(1) Parece-nos que haveria casos, em que este processo fosse economico; e saõ aquelles em que se empregaõ como força motora a agua, vento etc., em huma palavra, sempre que se naõ faça uso de animaes, e que por consequencia naõ haja a despeza do mantimento. (Not. do Red. da Bibl. Brit.)

ria feito ferver 5,31 lib. de agua de neve; mas he necessario considerar, que se o calor fosse mais bem conservado, neste caso, se haveria perdido menor porçaõ; e isto explica a razaõ de differença nos resultados das duas experiencias; que aliás naõ he mui consideravel.

Fiz ainda com este aparato outro ensaio, de que me resta fallar. Tendo achado pela primeira experiencia a quantidade de calor que se produzia quando o ar tinha livre accesso ás superficies, que recebiaõ o attrito; vi pela segunda experiencia, que a quantidade do calor naõ tinha soffrido diminuiçaõ sensivel, havendo-se impedido este accesso livre do ar; e na terceira experiencia se demonstrou, que a immersaõ do apparato na agua naõ diminuia, nem retardava a producçaõ do calor. Porém como nesta experiencia a agua rodeava unicamente o exterior do cylindro de bronze sem entrar na sua cavidade, porque essa entrada lhe estava tapada pelo embolo; naõ podendo por consequencia ter a agua contacto com as superficies metallicas na parte, em que se produzia o calor; quiz eu experimentar, qual seria a influencia do contacto da agua nas superficies que recebiaõ o attrito.

Quarta experiencia.

Supprimi o embolo que fechava a entrada do cylindro, e arranjei todo o resto do apparato na mesma fórma, que nas experiencias antecedentes; enchi a caixa de agua, e fiz pôr a máquina em movimento.

O resultado desta experiencia naõ offereceo cousa alguma, que mereça relatar-se particularmente: produzio-se o calor como nas experiencias antecedentes; e ao que parece, com a mesma velocidade; e naõ duvido, que se esta experiencia se continuasse por tanto tempo como as precedentes, se teria igualmente elevado a agua á ebulliçaõ. A unica circumstancia extraordinaria foi achar-se pouquissima differença no estrondo, ou chiada occasionada pelo attrito da broca contra o fundo do cylindro, quer o cylindro estivesse vazio, quer cheio de agua. Esta bulha, que he mui desagradavel ao ouvido, e algumas vezes quasi insupportavel, me pareceo taõ forte, e taõ mortifficante ao ouvido, quando as superficies, que soffriaõ o attrito, estavaõ debaixo da agua, como quando este liquido naõ as tocava, e estavaõ cubertas de ar.

Reflectindo sobre os resultados de todas estas experiencias, vamos naturalmente ter á grande questaõ, de que mui frequentemente se oc-

occupaõ os Physicos: a saber, que he o calor? Existe realmente na natureza hum *fluido igneo*? Ha alguma cousa a que se possa chamar *calorico*?

Temos visto, que se póde fazer nascer certa quantidade consideravel de calor, pelo attrito de duas superficies metallicas, e que este calor vem em torrente continua *em todas as direcções*, sem interrupçaõ, ou intermittencia, e sem sinal algum de diminuiçaõ, ou enseccamento.

Donde veio o calor, que desta maneira se obteve nas experiencias antecedentes? Foi subministrando pelos fragmentos metallicos despegados das grandes massas sólidas, pelo effeito do attrito reciproco? Vimos já que semelhante supposiçaõ naõ era admissivel.

Será no ar que devemos procurar esta origem? Naõ; porque nas tres experiencias citadas estava o apparato mergulhado na agua, e o ar atmospherico naõ podia ter a elle algum accesso.

Seria esta mesma agua a que produzisse o calorico? He evidente que naõ; primeiro porque esta agua recebia continuamente o calor do apparato, naõ podendo ao mesmo tempo *dar* o fogo, e *recebello*: depois disto, porque esta agua naõ soffria nehuma decomposiçaõ chymica. Se acontecesse esta decomposiçaõ

(o

(o que de nenhum modo se póde presumir) algum dos fluidos elasticos que se manifestassem, provavelmente o gaz inflammavel (*hydrogeno*), se teria passado para a atmosphera, e então seria recolhecido: mas ainda que examinasse frequentemente a agua para ver se atravessavão algumas bolhas de ar que viessem do fundo, e ainda que fizesse algumas disposições para receber estas bolhas a fim de as examinar, não vi sinal algum de decomposiçaõ, ou effeito algum chymico, que resultasse da acçaõ das substancias mergulhadas neste liquido.

Seria possivel, que o calor fosse subministrado pelo intermedio da barra de ferro, que segurava a broca obtusa, ou pelo collar estreito que unia o cylindro ao canhaõ? Estas supposições saõ ainda mais improvaveis que as precedentes; porque o calor sahia continuamente do apparato para as duas extremidades, durante todo o curso da experiencia.

Raciocinando sobre isto naõ perdia de vista esta circunstancia notavel, que a origem do calor produzido pelo attrito, nestas experiencias, parecia-me inesgotavel.

E apenas he necessario lembrar aqui, que toda a substancia que póde ser subministrada *indefinidamente* por hum corpo, ou hum systema de corpos, *solitarios* ou *ilhados*, naõ

naõ póde ser substancia material; e me parece, se naõ impossivel, ao menos difficillimo fazer idéa distincta de huma cousa, que se póde excitar e communicar, como o calor se excitou e communicou nestas experiencias, a naõ ser essa cousa o movimento.

Naõ tenho pertenções algumas de saber como, ou porque mechanismo, se excita, continúa, e propaga esta especie particular de movimento; nem devo occupar o leitor com simples conjecturas; muito mais raciocinando sobre huma materia, que muitos seculos ha que illude a sagacidade dos melhores physicos.

Porém dado o caso de que o mechanismo do calor fosse hum destes mysterios da natureza, que naõ he possivel á intelligencia humana penetrar, naõ haveria razaõ de desacorçoar, nem ainda de diminuir o nosso ardor no estudo das leis, que regem os phenomenos naturaes. He verdade, que se a ambiçaõ nos conduz muito avante nestas indagações, entramos em huma nevoa espessa, que cérca por todos os lados o horisonte humano; mas dentro destes limites ha ainda vastas e interessantes regiões que descubrir.

Os effeitos, que se produzem na natureza pela influencia do calor, saõ provavelmente, *taõ universaes*, e ao menos taõ importantes,

co-

como os que se attribuem á gravitaçaõ, ou á attraçaõ reciproca das moleculas da materia, e naõ ha duvida, que esta influencia he sujeita a leis igualmente immutaveis.

Devo finalmente observar, antes de concluir esta Memoria, que, tratando o sujeito de que me occupei, naõ fallei dos authores que me precederaõ, nem do successo dos seus trabalhos, o que se naõ deve attribuir a falta de respeito para com estes sabios; porque isto foi simplesmente por abreviar, e por conservar mais plena liberdade de seguir a impulsaõ natural das minhas proprias idéas.

Parece-me que devo addiccionar algumas reflexões, suggeridas pelas considerações, que terminaõ a interessante Memoria, que se acaba de lér (1).

Somos levados a crer, que o nosso sabio Author, procurando de alguma sorte persuadir-se a si mesmo da naõ existencia do fogo, como substancia particular, combateo contra os seus mesmos sentimentos; que elevando a excesso a imparcialidade, na comparaçaõ dstes dous systemas, para inclinar-se ao que realmente naõ preferia, por huma especie de lealidade philosophica; talvez na esperança de provocar alguma discussaõ sobre

a

(1) Estas reflexões saõ do Professor Pictet.

a materia, e achar nos argumentos da parte adversa com que se justificasse a si mesmo da secreta predilecçaõ, que tinha para com a opiniaõ que attacava.

Deixando as objecções secundarias, occupar-nos-hemos sómente da mais principal. As experiencias demostraõ que o fogo póde ser produzido ou excitado pelo attrito, em abundancia quasi indefinida; e toda a substancia, diz elle, que póde ser subministrada *indefinidamente* por hum corpo, ou systema de corpos *ilhados*, naõ póde ser substancia material.

Primeiramente nós distinguimos a idéa de hum *certo effeito produzido*, da idéa de huma substancia material subministrada ou *fornecida*. A segunda naõ he consequencia necessaria da primeira. Por exemplo, o som de huma campainha póde ser ouvido indefinidamente, em quanto ella soa, sem que haja substancia, subministrada ou fornecida por esta campainha: he bastante que exista, entre a campainha e o ouvido que a ouve, certa materia capaz de receber, e transmittir as vibraçoes sonoras do metal. Logo se existe, segundo a opiniaõ de alguns physicos, hum fluido particular universalmente espalhado, susceptivel de ser posto em vibraçaõ pelo attrito dos corpos sólidos, e occasionar entaõ

a sensaçaõ do calor; podia mui bem este attrito excitar esta sensaçaõ sem que houvesse mais substancia, realmente fornecida, do que ha no som da campainha.

Os phenomenos do iman nos offerecem ainda outro exemplo de effeitos produzidos de maneira permanente e indefinida, sem transmissaõ, ou ao menos sem perca apreciavel do fluido, que produz estes effeitos. Havendo nisto ainda mais outra particularidade, e he que a virtude magnetica longe de diminuir, ou de se dissipar pela communicaçaõ, parece augmentar-se com este processo.

Mas supponhamos, o que na realidade existe, que ao exemplo do fluido eletrico (com que o fogo tem muitas semelhanças) o calor excitado pelo attrito tivesse a mesma faculdade de se transmittir por certos conductores; vemos nós acaso, que o apparato empregado nas experiencias, que acabamos de lêr, estivesse *ilhado*, ou solitario, relativamente á transmissaõ do calor? Pelo contrario era todo de natureza metallica; e bem sabido he quanto os metaes saõ bons conductores do calor. Logo podia o aparato obter o calor do ar ambiente, e do chaõ em que certamente descançava por huma base muito extensa. Seria interessantissimo variar estas experiencias, com este ponto de vista,

is-

isto he, com hum aparato que pudesse realmente ilhar, em relaçaõ á communicaçaõ do calor, a parte que formava o attrito; a comparaçaõ dos effeitos, neste caso, daria grandes luzes á materia.

A objecçaõ que se allega sobre a difficuldade que ha em admittir, que o fogo possa ao mesmo tempo entrar e sahir do aparato (o que entre tanto poderia ter lugar, se fosse verdadeiramente huma substancia); esta objecçaõ, dizemos nós, que provaria tambem contra a existencia do fluido eletrico; o qual, como se sabe, he susceptivel desta dobre carreira; e entre tanto ninguem disputa a existencia do fluido eletrico. Certa constituiçaõ particular, e grande tenuidade, podem explicar este phenomeno, e resolver a difficuldade exposta.

Mas, pelo contrario, quando se tenta explicar, pelo simples movimento, os differentes effeitos attribuidos ao calorico como substancia *sui generis*, he entaõ, que se offerecem innumeraveis difficuldades, e que se entra nesta nevoa espessa, que, segundo a feliz expressaõ do nosso author, termina o horisonte humano. Naõ porque naõ seja possivel dar pelo movimento a razaõ dos differentes effeitos physicos, principalmente dos do fogo; e o systema do nosso sabio com-

patriota M. Le Sage, he fundado neste principio; mas associado a huma idéa mais, e á existencia de hum fluido particular, formado por huma grande multidaõ de corpusculos, cuja tenuidade, e velocidade excedem á quanto póde imaginar a mais viva, e mais atrevida imaginaçaõ; e que movendo-se em linha recta para todas as direcções possiveis no espaço indefinido, encontraõ nelle mollesulas de substancias materiaes, differentemente permeaveis, em razaõ da sua dureza, da sua figura primitiva, e do seu modo de aggregaçaõ; e produzem, que pela natureza da sua impulsaõ contra estas moleculas, já a gravitaçaõ reciproca da materia, já a elasticidade de certos corpos, já a coheşaõ, já as affinidades chymicas, em huma palavra, todos os effeitos geraes, que se chamaõ *leis da Natureza.*

Nada mais simples, mais engenhoso, nem mais fecundo do que este systema, quando se aspirar a remontar tão alto na regiaõ das causas; porém se os physicos naõ correm grande perigo, occupando-se destas especulaçoes, ao menos correm o risco, entregando-se absolutamente a ellas, de serem comparados á formiga, que, procurando estabelecer ao pé de huma columna do Pantheon o seu formigueiro com as mesmas proporçoes do grande edificio, de que ella naõ tinha idéa, apenas via

se-

huma muito pequena parte; tentava adivinhar as vistas, e meios do arquitecto, que construio o edificio.

Ouçaõ antes as sabias lições do nosso author, e a seu exemplo tenhaõ por mira constante nos seus trabalhos o bem dos seus semelhantes, e a utilidade geral.

Explicaçaõ das figuras.

A fig. 1. Representa o canhaõ empregado nas experiencias, tal qual sahio da fundiçaõ.

Fig. 2. mostra a mechanica empregada nas experiencias 1ª e 2ª. vê-se aqui o canhaõ fixo na maquina de furar. *W* he huma grande barra de ferro, que se representa quebrada para naõ occupar demasiado lugar na estampa. Esta barra faz parte do apparato (naõ designado na figura) em que os cavallos obraõ para fazer mover a peça.

M he huma grande barra de ferro, na extrimidade da qual se faz firme a broca obtusa, que opprimida contra o fundo do cylindro concavo faz o attrito de que provém o calor.

Fig. 3ª. mostra em maior escala o mesmo cylindro concavo, que em menores proporções he representado na fig. 2. Vê-se aqui reunidas a caixa de madeira *g*, *h*, *i*, *k*, de que se fez uso nas experiencias 3ª. e 4ª. em que o cy-

cylindro estava mergulhado na agua. *p* he o embolo que fechava o cylindro, e está designado por letras pontuadas. *n* he a broca obtusa vista de perfil. *d*, *e*, he o pequeno orificio, por que se introduzia o thermometro destinado a indicar a temperatura do cylindro. Representa-se o canhaõ, como quebrado por perto da boca, para occupar menos lugar na estampa, e o mesmo se fez á barra de ferro que sustenta a broca obtusa, como se vê em *m*.

Fig. 4ª. representa a caixa de páo vista em perspectiva; vê-se a sua secçaõ em *g*, *h*, *i*, *k*, fig. 3.

Fig. 5ª. e 6ª. representaõ a broca obtusa *n*, junta a barra *m*, a que estava mui bem segura.

Fig. 7ª. e 8ª. representaõ a mesma broca, com a sua barra, e o embolo que servio nas experiencias 2ª. e 3ª. para fechar a entrada do cylindro concavo de bronze.

FIM DO SEGUNDO TOMO.

INDICE

DOS

CAPITULOS QUE CONTÉM ESTE II. VOL.

ENSAYO VI.

SOBRE A CONDUÇAÕ DO FOGO, E ECONOMIA DO COMBUSTIVEL.

Cap. I.

O *Objecto deste Ensaio he curioso, e summamente interessante: todas as commodidades, e a maior parte dos prazeres da vida saõ devidos ao intermedio do fogo, e do calor. He immenso o desperdicio do combustivel. A economia combustivel he importantissima, tanto aos particulares, como ao publico. Meios empregados para avaliar o desperdicio do combustivel. Estabelecimento da primeira cozinha na casa de industria de Munich.; despeza do combustivel, que se empregava nesta cozinha, comparada com a dos particulares nas suas cozinhas. Plano de outras cozinhas construidas em Munich, segundo diversos princi-*

pi-

pios, e debaixo da direcçaõ do Author.
Introducçaõ a indagações mais scientificas sobre esta materia. pag. 3
Primeira experiencia. 10
Segunda experiencia. 11
Terceira experiencia. 13
Quarta experiencia. ibid

CAP. II.

Da geraçaõ do calor por effeito do combustivel. Sem saber precisamente o que he o calor, se podem examinar as leis, que dirigem a sua acçaõ. He provavel que o calor produzido pela combustaõ de materias inflammaveis seja fornecido pelo ar, e naõ pelo combustivel. Explicaçaõ do effeito que o assopro produz sobre o fogo. Dos fogões em que o fogo se assopra a si mesmo. Das fornalhas que attrahem o ar. Sua utilidade demonstrada pelos lampiões construidos, segundo os principios de Argand. *Grande importancia que há em poder regular a quantidade de ar que entra em hum fogaõ fechado. Utilidade dos registos ou valvulas nas chaminés de fogaõ fechado. Regras geraes para a construcçaõ dos fogões fechados com a explicação dos principios sobre que estas regras saõ fundadas.* 39

Cap. III.

Dos meios de conter o calor, e dirigir as suas operações. Dos conductores, e naõ conductores do calor. O ar atmospherico ordinario he hum bom naõ conductor do calor, e póde ser vantajosamente empregado para o encerrar. A natureza o destinou para este fim em muitas circunstancias. Elle he a causa principal do calor dos vestidos naturaes, e artificiaes. He a unica causa do calor, que se obtém por meio das vidraças dobradas. Grande utilidade das vidraças dobradas, e caixilhos dobrados; elles saõ igualmente uteis nos paizes quentes, e nos paizes frios. Todos os fluidos elasticos saõ naõ conductores do calor. A experiencia prova, que o vapor he hum naõ conductor do calor. A chamma he tambem naõ conductor do calor. pag. 56

Cap. IV.

Do modo porque a chamma communica o calor aos outros corpos. A chamma obra sobre os corpos do mesmo modo que hum vento quente. Explicaçaõ da maneira porque hum maçarico augmenta a actividade da chamma, fundada em muitas experiencias. O conhecimento do modo por que a chamma communica o

calor he necessario para determinar a melhor fórma, que se póde dar ás caldeiras, e ás marmitas. Principios geraes que se podem seguir na construcçaõ das caldeiras. pag. 75

CAP. V.

Relaçaõ das experiencias feitas com caldeiras, e fogões de differentes fórmas e dimensões; algumas notas e observações sobre os seus resultados, e as vantagens que delles se podem tirar. Experiencias feitas em grande com a caldeira de huma fabrica de cerveja. Relaçaõ do modo porque se fez, e assentou huma caldeira para huma fabrica de cerveja, segundo o plano aperfeiçoado. Resultado de muitas experiencias feitas com esta caldeira. Vantagens que resultaõ para a economia do combustivel destinado a ferver os liquidos, fazendo-se as experiencias em grande. Estas vantagens saõ com tudo limitadas. Mudança praticada na caldeira da nova fabrica de cerveja para o fim de abreviar o tempo necessario para fazer ferver a agua que ella continha. Experiencias, que mostraõ o effeito destas mudanças. Avaliaçaõ das quantidades relativas de calor, que se po-

podem produzir com o carvaõ de terra pulverisado, chamado coak; *com o carvaõ de terra; com o carvaõ de lenha, e com lenha de carvalho. Modo de avaliar a quantidade de carvaõ de terra necessario para executar todas as operações mencionadas neste Ensaio, nas quaes se empregou antes lenha. Avaliaçaõ das quantidades totaes de calor, que podem produzir as differentes especies de combustivel, e das quantidades reaes de calor, que se perdem em diversas circunstancias, preparando os alimentos nas cozinhas.* pag. 87

Experiencia sobre a conduçaõ do fogo, fervendo liquidos; feita em Munich aos 15 de Abril de 1795, em huma fabrica de cerveja pertencente a S. A. Eleitoral. 89

Dimensões da caldeira. 90

Especie de combustivel. ibid

Resultados geraes da experiencia. ibid

Resultado exacto. ibid

Experiencia. N. 5. 95

Experiencia. N. 6. 96

Experiencia. N. 7. *e* 8. 98

Relaçaõ das experiencias feitas em Munich a 10 *de Outubro de* 1796 *com a nova caldeira na fabrica de cerveja cha-*

chamada Neuheusel, pertencente a S. A. S. Eleitoral: o tempo bom, o barometro na altura das 28 pollegadas, medida de Inglaterra; o thermometro de Farenheit em 36 gr. pag. 129
Experiencia N. 29. 131
Experiencia N. 30. 132
Experiencia N. 31. 133
Resultados exactos das experiencias precedentes. 135
Experiencia N. 32. 148
Quadro comparativo das duas experiencias feitas com a nova caldeira da fabrica de cerveja. 151
Experiencia N. 33. 152

CAP. VI.

Descripçaõ succinta de muitas cozinhas publicas e particulares, e de fogões destinados a differentes usos, que foraõ construidos debaixo da inspecçaõ do Author, em varios paizes. Da cozinha da casa de industria em Munich, e da Academia militar: das cozinhas destinadas á comida ordinaria dos militares: da cozinha da Quinta: das cozinhas que estaõ na casa de pasto do jardim Inglez em Munich: das cozinhas dos Hospitaes de Pietá, e da Misericordia em Verona: de huma pe-

que-

quena cozinha destinada a servir de modélo na casa de Sir John Sinclair, emLondres: de huma cozinha militar destinada ao uso das tropas em campanha. De huma marmita portatil destinada para as tropas em marcha: de huma grande caldeira destinada a servir de modélo para a caldeira dos lavandeiros, que se estabeleceo na manufactura de lençaria em Dublin: de hum fogaõ destinado a fazer a cozinha, e aquecer ao mesmo tempo huma grande salla, e de hum forno perpetuo; hum e outro estabelecidos na casa de industria de Dublin: de huma lavandeira, de huma cozinha, e de hum fogaõ de chaminé, e de hum modélo de forno de cal, construidos em Irlanda na casa da Sociedade de Dublin. pag. 167

Relaçaõ da construcçaõ da cozinha da casa de industria no seu estado actual. 168

Cozinha da Academia militar de Munich. 170

Cozinha da salla do jantar militar no jardim Inglez de Munich. 171

Cozinha da quinta, ou jardim Inglez. ibid.

A grande cozinha da casa de pasto neste jardim. 172

Cozinha pequena da casa de pasto. ibid.

Co-

Cozinha do Hospital de Pieta em Verona. pag. 173
Cozinha do Hospital da Misericordia em Verona. 174
O forno de assar deve estar bem quente antes que nelle se introduzaõ os pasteis, ou massas, e os tubos da corrente de ar jámais se devem fechar de todo, em quanto se cozem as masas. 204
Fogaõ da choupana, e marmita de ferro para fazer cozer alimentos para os pobres. 208
Modêlo de hum forno de cal perpetuo 210
Explicaçaõ das Estampas. 216
Ensaio VII. sobre a maneira, porque se propaga o calor nos fluidos. 227
Advertencia relativa a este setimo Ensaio. ibid.
Ensaio VII. sobre o modo, porque o calor se propaga nos fluidos. 232

CAP. I

Perigos, que ha em adoptar sem exame, as opiniões recebidas no curso de especulações philosophicas. Já mais se duvidou da passagem livre do calor por todos os corpos, e em todas as direcções. Entretanto o calor naõ passa desta maneira por todos os corpos sem excepçaõ. O ar e a agua, e provavelmente

os

os outros fluidos, saõ effectivamente naõ conductores do calor. Descubertas accidentaes, que motivâraõ as indagações experimentaes sobre esta interessante materia. O movimento interior das particulas dos fluidos feito visivel. A propagaçaõ do calor nos fluidos he obstruida e retardada por tudo quanto impede o movimento interior das suas particulas. Póde-se logo concluir que o calor se propaga por huma serie destes movimentos, que saõ os que o transportaõ, e que impedem a sua passagem. As pelles, as pennas, o cotaõ, e todas as demais substancias que fórmaõ coberturas quentes para encerrar o calor no ar aberto, produzem os mesmos effeitos na agua, segundo o resultado da experiencia. Estes effeitos saõ produzidos em ambos os fluidos pela mesma maneira, isto he, impedindo o movimento das suas particulas na transacçaõ do calor. A potencia conductora da agua se diminue sensivelmente, quando se lhe misturaõ substancias que a fazem viscosa, e que diminuem a sua fluidez. A descuberta do modo porque o calor se propaga na agua, dá muitas luzes sobre varias operações as

ma-

mais interessantes da natureza. Ella nos habilita a dar a razaõ do modo porque as arvores, os frutos, e os vegetaes, se conservaõ nos climas frios durante o inverno. pag. 232

CAP. II.

Novas investigações sobre o movimento interior que tem lugar nas particulas dos liquidos, quando elles se aquecem ou se esfriaõ. Descripçaõ de hum processo pelo qual se podem fazer patentes os movimentos na agua. Relaçaõ de varias experiencias agradaveis, que se fizeraõ com este instrumento. Ellas conduzem a huma importante descoberta. O calor naõ se póde propagar de cima para baixo nos liquidos quando elles estaõ condensados pelo frio. A experiencia próva que a neve se derrete oitenta vezes mais lentamente, quando se lhe deita na sua superficie agua quente, do que deixando-se a mesma neve aboiar sobre a agua fervente. Póde-se explicar a maneira porque se derrete a neve, quando se lhe deita agua na superficie, ainda suppondo que a agua he hum excellente naõ conductor do calor. Segundo a hypothese supposta, a agua que está sómente em 8 graos

do-

(*Thermometro de Farenheit*) *acima do ponto de congelaçaõ, ou na temperatura de 40 gráos, deverá derreter tanta neve em hum dado tempo, sendo espalhada na superficie da neve, como derreteria hum volume igual do mesmo modo fluido, em temperatura mais alta, ainda que fosse no gráo de ebuliçaõ. Próva-se este facto extraordinario por grande numero de experiencias decisivas. A agua na temperatura de 41 gráos, deve derreter mais a neve sendo espalhada na sua superficie, do que derreteria a agua fervente. O resultado de todas estas experiencias próva que a agua he hum excellente naõ conductor do calor, senaõ propaga nella, senaõ em consequencia do movimento que ella occasiona entre as particulas separadas deste fluido, as quaes por si mesmo naõ tem communicaçaõ alguma calorifica reciproca. A descoberta deste facto nos descobre huma das mais vastas e mais interessantes scenas na economia da Natureza.* pag. 270

Experiencia N. 15. 282
Experiencia N. 16. ibid
Experiencia N. 17. 290
Experiencia N. 18. 293

Experiencia N. 19. pag. 298

Cap. III.

Recapitulaçaõ e observaçôes ulteriores sobre a materia do capitulo precedente. Todos os corpos se condensaõ pelo frio, excepto sómente a agua. Effeitos admiraveis que produz sobre a terra esta lei particular da Natureza relativa á condensaçaõ da agua. Esta excepçaõ das suas leis geraes he huma próva sensivel de alguma causa final na constituiçaõ do nosso globo, e huma próva que deve despertar o sentimento de todo o ente sensivel, e agradecido. Esta lei particular naõ tem lugar na condensaçaõ da agua salgada. Causa final da propriedade salina do mar. Provavelmente o Occeano he destinado pelo Creador para regular, e temperar o calor; se fosse de agua doce naõ preencheria estes fins. Causas finaes da qualidade naõ salina dos lagos ou mares mediterraneos, nas latitudes septentrionaes.

Utilidades destas pesquizas. 329

Condensaçaõ. 333

Explicaçaõ das estampas. 364

Ensaio VII.

Segunda parte sobre o modo porque o calor se propaga nos fluidos. 366

Cap. IV.

Exposiçaõ de varias experiencias novas: notas e observações sobre as mesmas: diversas conjecturas sobre as affinidades e soluçaõ, e sobre o principio mechanico da vida animal. pag. 366

Experiencia N. 55. 371

Experiencia N. 56. 374

Experiencia N. 57. 384

Cap. V.

Póde-se fazer gelar a agua na sua superficie inferior. Observações sobre a formaçaõ da neve no fundo dos rios. Razões que nos levaõ a concluir que se naõ póde nunca distribuir o calor em hum fluido com perfeita uniformidade. Movimentos perpetuos que occasiona nos fluidos a desigual distribuiçaõ do calor. As collisões se succedem com incrivel rapidez por effeito do movimento interno, que tem lugar nos fluidos no curso da propagaçaõ do calor. Tentativa para determinar o numero destas collisões que succedem em hum dado tempo. Estas explorações devem modificar em grande parte as nossas idéas sobre o estado real dos fluidos que parecem estagnados. A fluidez póde ser chamada A VIDA DOS CORPOS INANIMADOS.

Conjectura relativa ao principio vital nos animaes, e á natureza do estimulo physico. pag. 391
Experiencia N. 57. 394

Cap. VI.

He provavel que nas particulas solitarias dos fluidos exista frequentemente calor consideravel, que nem o tacto, nem o thermometro podem descubrir. Esta supposiçaõ explica a causa da evaporaçaõ do gelo durante a força da maior pancada de neve. He provavel que os metaes se evaporariaõ, sendo postos á acçaõ dos raios do Sol, se naõ fossem taõ bons conductores do calor. O mercurio soffre evaporaçaõ real na temperatura média da atmosphera. Este facto he huma prova cabal que o mercurio he naõ conductor do calor. Probabilidade de que o calor intenso produzido pelos raios de luz, e que os effeitos que se attribuem á luz, devaõ talvez em todos os casos, ser attribuidos á acçaõ do calor que elles produzem. Notavel prova de que existe algumas vezes calor intenso em parte que se naõ presumia. O oiro se funde realmente pelo calor que existe no ar atmospherico, sem haver nenhuma apparencia de fogo, ou de

ou-

outra cousa que o faça cadente. He necessaria muita circunspecçaõ, quando se attribue á acçaõ de potencias desconhecidas effeitos semelhantes aos que produz a acçaõ do fogo: O calor mais intenso póde existir sem dar signaes da sua existencia. Este importante facto he indicado pelo resultado necessario de huma supposta experiencia. pag. 408

CAP. VII.

Relaçaõ de varias experiencias diversificadas. Os thermometros de reservatorio cylindrico podem servir para mostrar, que os liquidos saõ naõ conductores do calor. A agua nevada póde ser aquecida e ferver na superficie do gelo. Notaveis circunstancias que acampanhaõ a fusaõ do gelo, do cebo, e da cera, por meio do calor radiante projectado de cima para baixo por huma balla ardente. Excellentes crystaes de sal marinho formado pela salmoura, que repousa sobre mercurio. O azeite de azeitona perde logo a sua côr sendo exposto ao ar, e nadando sobre a salmoura. Tentativa para fazer descer pelo azeite o calor radiante de huma balla ardente. Experiencia sobre a atmos-

mosphera artificial, na qual o calor produzio correntes horisontaes. Conjecturas sobre a causa proxima dos ventos. pag. 435

§. I.

Relaçaõ de varias experiencias simplicissimas que provaõ que o calor nos fluidos naõ desce. 436

§. II.

A agua nevada que repousa sobre a neve póde ser aquecida e elevada a ebuliçaõ sem derreter a neve; facto contrario á opiniaõ que até ao presente prevalecia. 437

§. III.

O calor radiante de huma balla candente naõ póde penetrar de cima para baixo em huma massa de agua liquida, nem no cebo derretido, nem na cera derretida. 439

§. IV.

Magnificos crystaes de sal marinho, formados pela salmoura que se deitou sobre o mercurio. 443

§. V.

O azeite de azeitonas, deitado sobre a salmoura, perdeo a sua côr, sendo exposto ao ar. 444

§. VI.

§. VI.

Tentativa infructifera para fazer descer no azeite o calor radiante de huma balla candente. pag. 445

Explicaçaõ das Estampas. 455

Ensaio VIII.

Sobre a progagaçaõ do calor nas differentes substancias, e a relaçaõ de grande numero de experiencias, feitas com o fim de descobrir as causas do calor dos vestidos naturaes e artificiaes. 457

Memoria I.

Porque foraõ dispostos os apparatos para as experiencias seguintes. Construio-se hum thermometro, cuja bola he cercada com o vacuo de Torricelli. He mais difficil ao calor premeiar o vacuo de Torricelli, do que o ar. Relaçaõ das potencias conductoras, entre o vacuo do Torricelli e o ar, em respeito ao calor, he determinada por experiencias. Relaçaõ entre as potencias conductoras do ar secco, e do ar humido. Differença de potencia conductora no ar, segundo os seus differentes gráos de densidade. Differença entre as potencias conductoras do mercurio, *da* agua, *do* ar, *e do* vacuo de Torricelli 459

Ex-

Extracto das Transacções Philosophicas Anno de 1786. pag. 459
Experiencia. N. 1. 462
Experiencia. N. 2. 463
Expeiiencias N. 3, 4, 5 e 6. 471
Experiencia. N. 16. 482

Memoria II.

Determina-se pela experiencia a proporçaõ de calor das differentes substancias, que se usaõ nos vestidos artificiaes. Proporçõe do calor de varias coberturas da mesma grossura, e formadas com as mesmas substancias, mas com densidades differentes. Calor relativo das coberturas com iguaes quantidades da mesma substancia, mas differentemente dispostas. Experiencias destinadas a examinar até que ponto a propriedade, que possuem os corpos de encerrar o calor, depende das suas qualidades chimicas. Experiencias com o carvaõ de lenha, *com o preto a que chamaõ* pós de çapateiro, *e com* cinzas de lenha. *Notavel experiencia com* o pó do fogaõ (discopodium). *Todas estas experiencias mostraõ, que o ar que occupa os intersticios das substancias empregadas para formar as coberturas, proprias a encerrar o calor, tem huma parte essencial nesta operaçaõ. Estas*

substancias parecem impedir o ar a transmissaõ do calor. Indagações sobre a maneira porque isto se effectua. Estas indagações nos conduzem a certa experiencia decisiva á qual prova que o ar he hum perfeito naõ conductor do calor. *Esta descoberta subministra os meios de explicar muitos phenomenos interessantes na ordem da natureza.* pag. 504

Experiencias. 505

Extracto das Transações Philosophicas. Anno de 1792. ibid.

Ensaio IX.

Indagações experimentaes sobre a origem do calor que excita o attrito; pelo Conde de Rumford. ibid.

Primeira Experiencia. 556

Segunda Experiencia. 561

Terceira Experiencia. 563

Quarta Experiencia. 572

Explicaçaõ das figuras. 581

18-419

ERRATAS.

Pag.	Linhas	erros	emendas.
50	l. 21	Cepede	cespede.
111	l. 10	iudustria	industria.
124	l. 18	hum pouco	adde perplexo.
152	l. 10	o mais	a mais.
159	l. 1	desat	desta.
ibid.	l. 17	ebuliçaõ	ebuliçaõ.
167	l. 1	cozinhu	cozinha.
204	l. penult.	rencado	rançado.
237	l. 4	megulhar	mergulhar.
260	l. 7	mesmia	mesma,
ibid.	l. 19	repili	repeti.
289	l. 3	descubi	descubri.
295	l. 9	dnas	duas.
297	l. 3	commnicaçaõ	communicaçaõ.
ibid.	l. ult.	nelal	nella.
322	l. 1	em he	he.
308	l. 5	natnreza	natureza.
336	l. 2	nocivaos	nocivos.
344	l. 9	masma	mesma.
359	l. 20	do mesmo mesmo	do mesmo.
367	l. 7	interessontes	interessantes.
378	l. 23	economia	economia.
392	l. 27	particnlas.	particulas.
417	l. 13	exidem talico	Oxidemetalico.
432	l. 2	da not. buebrou	quebrou.
461	l. ult.	abola	absolutamente.
480	l. 10	extrimidade	extremidade.
488	l. 3	espherinca	espherica.
491	l. ult.	eboliçaõ.	ebuliçaõ.
503	l. 11	as minha	ds minhas.
507	l. 11	reazumir	rezumir.
508	l. ult.	he tume	he oostume.
516	l. 26	substacias	substancias.
521	l. 7	materia	a materia.
527	l. ult.	cravaõ	carvaõ.
532	l. 6	frauceza	francezas.
533	l. 5	pollegada	pollegadas.
561	l. ult.	Nes	Na.
580	l. 13	e produzem que	e produzem.
581	l. 20	extrimidade	extremidade.

0801
R936e
v. 2